ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1916.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉRAPEUTIQUE. — *De l'emploi alternant des antiseptiques.* Note de M. Charles Richet.

I. J'ai montré que des organismes microbiens (ferment lactique) se développant dans des solutions anormales, c'est-à-dire des solutions qui contiennent certaines faibles proportions d'un corps toxique, s'accoutument très vite, parfois en 24 heures, à la substance inhabituelle qui leur est imposée. Si on les ensemence plusieurs jours de suite dans ce même milieu, légèrement toxique, pour peu que la concentration du poison ne soit pas trop forte, ils s'y habituent (1).

Donc il y a accoutumance des microbes au poison, et cette accoutumance est si marquée qu'avec certaines substances, comme l'arséniate de potasse et le nitrate de thallium, l'activité est cinq à six fois plus forte pour le ferment accoutumé que pour le ferment non accoutumé. En général, la différence est un peu moindre; mais aux nombreuses substances que j'ai essayées, toujours l'accoutumance se manifeste; et l'activité est deux fois plus grande pour le ferment accoutumé. Je n'ai pas encore rencontré d'exception.

Par conséquent nous devons admettre que cette accoutumance aux poisons s'applique aussi aux antiseptiques, qui sont des poisons pour les microbes, et que, lorsque tels ou tels microbes végètent dans une plaie infectée, ils finissent par tolérer des concentrations auxquelles ils n'eussent

(1) *L'accoutumance héréditaire aux toxiques dans les organismes inférieurs* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 764-770).

pas résisté s'ils n'avaient pas, par une adaptation héréditaire, fini par acquérir une relative immunité contre la substance toxique à l'action de laquelle on les a soumis.

II. Or il semble que les chirurgiens se préoccupent peu de cette adaptation progressive des microrganismes à la solution antiseptique. Car le plus souvent les chirurgiens se servent, pour laver et irriguer les plaies, de l'antiseptique auquel ils ont donné la préférence, et qui alors varie avec chaque chirurgien. Celui-là emploie l'hypochlorite de soude; cet autre, l'eau oxygénée; cet autre, le sublimé; cet autre, le permanganate de potasse. Mais c'est toujours, dans tel ou tel service de chirurgie, le même antiseptique qui est constamment employé.

Certes je n'ai pas la prétention de discuter ici les inconvénients ou les avantages de chacun de ces excellents germicides, tous recommandables. Aussi bien est-ce là une question de clinique thérapeutique, et non de théorie. Mais ce qui me paraît certain, c'est que l'emploi d'un même et unique antiseptique, si parfait qu'il soit, quand il est répété pendant des semaines, crée fatalement une certaine accoutumance des germes infectieux, de sorte que peu à peu les microbes d'une plaie constamment traitée par la même liqueur se sont adaptés à cette liqueur, assez pour que l'action antiseptique en soit notablement amoindrie.

Il s'ensuit que la méthode rationnelle pour traiter les plaies devrait être la mutation quotidienne de l'antiseptique employé; ce que je proposerais d'appeler : *la méthode d'alternance antiseptique*.

Il va sans dire que le choix et le titre des antiseptiques employés en méthode alternante ne peuvent se déterminer qu'après un examen judicieux.

L'emploi d'antiseptiques différents a en outre cet incomparable avantage que les espèces microbiennes pathogènes très diverses, qui végètent dans la plaie, vont, à tel ou tel moment, se trouver en présence de la substance antiseptique qui leur est plus spécialement toxique.

III. Quoique toute classification des antiseptiques soit forcément artificielle, on peut, en supposant que les corps chimiques, à fonction chimique analogue, ont une action comparable, établir le groupement suivant :

A. *Antiseptiques oxydants* (hypochlorites, hypobromites, iode, chlore, eau oxygénée, ozone, permanganate de potasse, etc.).

B. *Antiseptiques métalliques* (sels des métaux lourds : sels de mercure, d'argent, de zinc, de cuivre, de fer, etc.).

C. *Dérivés de la série aromatique* (groupe phényle : phénols, salicylates, thymol, naphtol, créosote, etc.).

D. *Antiseptiques divers* (formol, chloroforme, essences, chloral, fluorures, acide borique, etc.).

Si l'on adopte cette classification (très arbitraire), il sera possible d'employer le premier jour une substance du groupe A, par exemple; le second jour, du groupe B; le troisième jour, du groupe C; et le quatrième jour, du groupe D. Même rien ne sera plus facile que de prendre, les 5e, 6e, 7e et 8e jours, une autre substance du groupe A, puis du groupe B, puis du groupe C, puis du groupe D. On aura ainsi pendant huit jours les moyens de traiter une plaie avec un antiseptique qui chaque jour sera différent. L'alternance sera certainement suffisante pour que toute accoutumance ait disparu.

IV. Il me paraît que cette thérapeutique d'alternance est une indication absolument nouvelle. Certes on trouverait par-ci par-là quelques rares chirurgiens qui l'ont employée empiriquement, en certaines occasions particulières, notamment après avoir au bout d'un long temps constaté la fâcheuse inefficacité de leur antiseptique préféré. Mais jamais jusqu'à présent la méthode d'alternance antiseptique n'a été employée minutieusement, en connaissance de cause, d'après des procédés scientifiques suivis avec rigueur.

Si j'avais à formuler d'une manière concise cette méthode, je dirais qu'elle consiste en ceci : *qu'il ne faut jamais employer deux jours de suite la même liqueur antiseptique pour le traitement d'une même plaie.*

Je me permets donc d'insister auprès des chirurgiens qui ont à panser nos nombreux blessés pour qu'ils adoptent résolument l'alternance méthodique des antiseptiques, même après avoir dûment constaté l'heureux effet d'un premier traitement. Je n'ai bien évidemment pas de conseils à leur donner pour ce qui est du titre des solutions. La pratique usuelle donne à cet égard des documents surabondants. L'essentiel est que les microbes qui pullulent dans une plaie, ayant chaque jour à lutter contre un poison chaque jour différent, ne puissent pas acquérir une accoutumance héréditaire.

Même il est possible que cette méthode d'alternance des médicaments s'applique aussi aux maladies internes. On a observé, chez les tuberculeux, de tout temps, que chaque médication nouvelle donne pendant les premiers

jours des résultats très favorables, mais qu'elle devient bientôt presque sans effet. Qui sait si les parasites de la malaria, de la syphilis, de la typhoïde ne sont pas, eux aussi, susceptibles de s'habituer aux poisons médicamenteux qu'ingère le malade? Il y a là, ce me semble, matière à abondantes recherches, que je me contente d'indiquer, sans essayer de les entreprendre; car elles sont d'ordre clinique plutôt que d'ordre expérimental.

Aux chirurgiens la méthode d'alternance antiseptique donnera, à n'en pas douter, si elle est régulièrement mise en usage, des résultats thérapeutiques intéressants. Il n'y a aucune raison de ne pas l'appliquer sans délai; car elle est d'un emploi facile, et en même temps elle n'offre aucun inconvénient, aucun danger d'aucune sorte.

BOTANIQUE. — *La prétendue hétérotaxie des fleurs de Capucine.* Note [1] de M. **Paul Vuillemin.**

Von Freyhold observa trois fleurs de *Tropæolum majus* dont les pièces, tout en étant en même nombre que dans la fleur normale, étaient disposées comme si le diagramme était renversé. Le sépale et le carpelle médians étaient en avant, le pétale médian en arrière. Il semblait que les deux pétales de la lèvre postérieure, substituée à la lèvre antérieure, avaient pris la structure de cette dernière en devenant frangés, et que les trois pétales de la lèvre antérieure, en prenant la place de la lèvre postérieure, en avaient revêtu la livrée et portaient deux éperons.

L'auteur assigne à ces anomalies le nom d'*hétérotaxie*, introduit par Masters pour désigner l'apparition d'un organe de la plante en un lieu insolite, par exemple celle d'un bourgeon sur une feuille ou une racine.

Pour justifier l'extension du terme de Masters au renversement du diagramme floral, von Freyhold admet que le premier sépale, au lieu d'apparaître à gauche et en avant, par rapport à l'observateur, comme dans une fleur dextre, naît à gauche mais en arrière; qu'à partir de cette pièce initiale, la spirale génératrice suit son cours habituel en devenant sénestre, que la médiane renversée reste confondue avec le plan de symétrie.

L'ordre de déhiscence des anthères fournit le principal argument en

[1] Séance du 13 novembre 1916.

faveur de la théorie. Les étamines se succèdent dans l'ordre de la figure A ([1]) dans la fleur normale dextre, où nous avons ajouté la neuvième étamine résultant de la disjonction éventuelle de la troisième, dans l'ordre de la figure B dans la fleur normale sénestre, dans l'ordre de la figure C dans le schéma de l'auteur. Ce dernier ne diffère du précédent renversé

A.	B.	C.	D.
∧	∧	⌐	¬
5 8	8 5	5 3	3 4
1 • 2	2 • 1	7 • • 6 >	< 6 • • 7
7 • • 6	6 • • 7	1 • 2	2 • 1
4 3-9	9-3 4	4 8	8 5

que par l'interchangement des numéros 4 et 5, assez fréquent dans des fleurs d'ailleurs normales. Nous avons observé une fleur (230) ([2]), représentée par la figure D, où la succession des étamines répond exactement à l'ordre A de la fleur dextre renversé. Ce dernier cas, comparé au précédent, prouve que l'anomalie, si c'en est une, n'est pas liée au sens de la spirale génératrice.

La symétrie invoquée par von Freyhold est troublée (C, D) par l'inégalité des éperons. Qu'ils soient partiellement soudés, comme dans les deux spécimens récoltés par l'auteur, ou libres, comme dans un troisième échantillon communiqué par P. Magnus et dans le nôtre, l'un d'eux intéresse deux pétales comme dans la fleur normale; l'autre en intéresse un seul.

Sans exagérer l'importance d'une cause d'asymétrie indépendante des membres qui dominent la morphologie florale, nous n'en trouvons pas moins remarquable que l'éperon principal ait gardé une position voisine de la normale dans une fleur dont on prétend le diagramme renversé.

La discordance entre les caractères morphologiques et physiologiques, dont la théorie de l'hétérotaxie ne tient pas compte, nous amène à rechercher la cause perturbatrice dans l'influence persistante d'une fleur antérieure à celle dont le diagramme paraît renversé. Il est possible que l'éperon dipétalaire soit le vestige de la fleur axillaire combinée à une seconde fleur devenue prépondérante; mais une telle hypothèse ne prendra corps que si

---

([1]) Les signes >, ∧ indiquent la position des éperons par rapport à un ou deux pétales superposés aux étamines. Les trois points intérieurs marquent la position approximative des carpelles.

([2]) Les numéros entre parenthèses renvoient à la liste inédite de nos observations personnelles sur les anomalies de la fleur de Capucine.

nous la basons sur des exemples probants de fleur de Capucine résultant de la combinaison de deux bourgeons successifs.

La gamogemmie est manifeste dans une fleur (128) subpéloriée, sans éperon, terminant un pédoncule axillaire d'une feuille *a*, portant lui-même, au voisinage de la fleur, une feuille plus petite *b*, divergeant de 144° de la première suivant une spirale génératrice sénestre. Cette fleur possède deux médianes, appartenant, la première à une fleur composante sénestre *a* axillaire de la première feuille, la seconde à une composante dextre *b* axillaire de la seconde feuille.

En l'absence de seconde feuille, la même dualité d'origine ressort de l'ordre de déhiscence des anthères. Dans les fleurs suivantes, une partie des étamines répond à la position normale d'une fleur axillaire dextre; les autres portent le numéro prévu pour une fleur sénestre, divergeant de 144° de la première dans le sens d'une spirale génératrice sénestre (139, 156, 173, 213, 281, 286), plus rarement dans le sens d'une spirale dextre (106). Dans ce dernier cas, nous avons aussi rencontré deux composantes dextres (207, 112).

La disjonction des étamines entre la première composante *a* et la seconde *b* ressort de la comparaison des diagrammes se rapportant aux deux composantes de chaque fleur. Dans la fleur 139, la place des éta-

```
   /\           /\            ^             /\
   4 9          8 4           7 4           4 7
 1  •  2      1  •  2       1  •  2       1  •  3
 7 • • 6>     5 • • 6\     <5 • • 6      <6 .  • 5
   5 8—3        7 3—9/        8 3           2 8
   Ea.          Fa.           Ga.           Ha.

                               ^
   8 5        3 7 5           8 5           5 8
 3  •  7     /9  •  1       3  •  1       3  •  2
<6 •  • 1    \6 •  •8 |     6 •  • 7>    |7 •  • 6>
   2 9 4        2 4   |       2 4        | 4 1
    \/        ------                     |-----
   Eb.          Fb.           Gb.           Hb.
```

mines 1, 2, 3, 6, 7 convient à la composante dextre E*a*, celle des étamines 4, 5, 6, 8 à la composante sénestre E*b*; la position légèrement aberrante de la neuvième étamine ne jette pas de trouble parmi les précédentes.

Dans la fleur 156, les conditions de la composante dextre F*a* sont remplies par les étamines 1, 2, 3, 6, 9; celles de la sénestre F*b* par 1, 4, 5, 6.

Les étamines 7, 8 sont interchangées dans la composante sénestre; c'est un accident banal.

Dans la fleur 286, la position de 1, 2, 3, 6 est correcte pour la composante dextre G*a*, celle de 1, 4, 5, 6, 7, 8 pour la composante sénestre G*b*. Les deux schémas de la fleur 281 sont superposables à ceux de la fleur 286, réserve faite pour 7 et 8, interchangés comme dans la fleur 156. Pour la disposition des étamines, la fleur 173 est identique à 281; mais ses éperons sont inégaux, situés comme dans les schémas E*a*, E*b*, et dans plusieurs autres qu'il est superflu de reproduire. Dans la fleur 207, qui fournit les figures H*a*, H*b*, la position de 1 est seule correcte pour la première; toutes les étamines seraient à leur place normale dans le schéma *b* qui, dans le cas particulier, est dextre, si l'on n'y relevait un interchangement entre 1 et 3.

Quelles que soient la situation et la composition des éperons, nous relevons un accaparement croissant des étamines par la composante *b* en suivant la série EFGH.

Les diagrammes C, D représentent le dernier terme de la série, où l'ordre des étamines est affranchi de l'influence de la composante *a*. Nous retrouvons un vestige de cette dernière dans l'éperon dipétalaire. La médiane *b* fait, selon la règle, avec la médiane *a* coupant cet éperon, un angle de 144°, suivant une spirale dextre quand la seconde composante est dextre (230), suivant une spirale sénestre dans le cas contraire (cas de von Freyhold).

La fleur, en apparence hétérotaxique, est donc une autre fleur que la fleur axillaire. C'est la composante *b* d'une fleur d'origine gamogemmique. En raison de sa prépondérance, la seconde fleur s'est développée au milieu de l'espace libre, refoulant de 36° le vestige du premier bourgeon.

Les fleurs de von Freyhold sont subopposées à des fleurs atrophiées. Leur diagramme est normal et non renversé. L'hétérotaxie imaginée par cet auteur n'existe pas. Le terme doit garder l'acception définie par Masters.

CORRESPONDANCE.

Mme **Édouard Bauer** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari, mort au champ d'honneur.

M. Émile Miège, M. Nattan-Larrier adressent des Rapports relatifs à l'emploi qu'ils ont fait de la subvention qui leur a été accordée sur la *Fondation Loutreuil en* 1915.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le *Cours de Mécanique* professé à l'École des Ponts et Chaussées, par M. Edmond Maillet : Premier livre, Mécanique pure. Deuxième livre, Mécanique appliquée. (Présenté par M. Lecornu.)

Sulle correnti elettriche in una lamina metallica sotto l'azione di un campo magnetico, et *Theoria delle potenze dei logaritmi e delle funzioni di composizione*, par M. Vito Volterra; extraits des Procès-verbaux et Mémoires de la R. Accademia dei Lincei. (Présentés par M. G. Darboux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des nombres incommensurables par les nombres rationnels.* Note de M. Emile Borel.

La lecture des Mémoires publiées par M. Humbert dans le dernier cahier du Journal de M. Jordan (7e série, t. 2, p. 79-154) m'a conduit à reprendre par une voie différente un problème dont je m'étais occupé dans ce même Journal en 1903 [*Contribution à l'Analyse arithmétique du continu* (*Journal de Mathématiques*, 5e série, t. 9, p. 329-375)]. Ce problème était la détermination méthodique d'une suite de fractions approchant le plus possible d'un nombre incommensurable *quelconque*, c'est-à-dire la division de l'ensemble des fractions en systèmes déterminés à l'avance, chaque système renfermant au moins une fraction fournissant l'approximation désirée.

Ajournant la rédaction détaillée, je voudrais indiquer brièvement la construction d'une figure géométrique, analogue par certains égards à celles qu'a utilisées M. Humbert, mais qui s'en distingue cependant par le fait qu'elle est seulement *asymptotiquement* invariante par rapport aux puissances *positives* de certaines substitutions.

Soient Ox l'axe des quantités réelles, A, B, C, D, ... les points de coordonnées entières 1, 2, 3, 4, ... Soient C_0 le cercle situé au-dessus de Ox, tangent à Ox au point O et de rayon $\frac{1}{\sqrt{3}}$, et $OM_1N_1O'N_0M_0$ l'hexagone régulier inscrit dans ce cercle (sens de parcours direct). Si l'on considère le

cercle égal C_1 tangent en A à Ox, l'hexagone égal sera $AM_2N_2A'N_1M_1$; on aura de même le cercle C_2 et l'hexagone $BM_3N_3B'N_2M_2$. Considérons le triangle curviligne T_1 dont les côtés sont : la demi-circonférence $M_1AM_2N_2$ du cercle C_1, la droite N_2N_1, l'arc N_1M_1 du cercle C_0; ce triangle se transforme en lui-même par l'inversion Σ de pôle O et de puissance égale à l'unité; par cette inversion la demi-droite $N_2N_3N_4$ ... devient l'arc OM_1 du cercle C_0. Désignons par S la translation $+1$ parallèlement à Ox; nous poserons $T_1S = T_2$, $T_2S = T_3$, ... Le transformé de T_2 par Σ est un triangle curviligne $M_1P_1Q_1$ dont le côté P_1Q_1 est tangent à Ox au point $\frac{1}{2}$; les abscisses de P_1 et de Q_1 sont respectivement $\frac{5}{14}$ et $\frac{9}{14}$; nous désignerons ce triangle par U_1 et nous poserons $U_1S = U_2$, $U_2S = U_3$...; le triangle curviligne U_2 sera $M_2P_2Q_2$, U_3 sera $M_3P_3Q_3$, etc.

La ligne brisée OP_1Q_1A dont les trois côtés sont tangents à Ox aux points O, $\frac{1}{2}$, 1 sera désignée par L_1; nous désignerons par L'_1 la ligne brisée indéfinie obtenue en faisant subir à L_1 les translations S, S^2, S^3, ...; cette ligne L'_1 va du point A au point à l'infini sur Ox; ses sommets successifs sont $AP_2Q_2P_3Q_3P_4Q_4$.... La transformée de L'_1 par l'inversion Σ sera désignée par L_2; la ligne L_2 part du point A et est asymptote au point O; nous pouvons dire aussi qu'elle va de O à A, car toute parallèle à Oy d'abscisse comprise entre O et 1 la rencontre au moins une fois. La ligne L_2 est tout entière au-dessous de L_1, sauf en une partie de l'arc P_1Q_1 le long de laquelle les deux lignes coïncident. Nous désignerons par L'_2 la ligne indéfinie qui se déduit de L_2 comme L'_1 de L_1, par L_3 la transformée de L'_2 par l'inversion Σ et ainsi de suite. Nous obtenons ainsi une suite indéfinie de lignes curvilignes L_1, L_2, L_3, ... allant toutes du point O au point 1; chacune d'elles est située au-dessous de la précédente, avec laquelle elle a certains arcs communs; aucun arc n'est commun à plus de trois lignes consécutives; toute droite $x = \omega$ rencontre donc successivement au moins une fois chacune de ces diverses lignes et l'on peut prendre comme valeurs approchées rationnelles de ω les points de contact avec Ox des arcs rencontrés par cette droite. L'arc tangent à Ox en un point $\frac{p}{q}$ appartient à un cercle de rayon $\frac{1}{q^2\sqrt{3}}$, ce qui montre que l'approximation obtenue est *au moins* celle d'Hermite; deux arcs consécutifs d'une ligne quelconque L_n ont avec Ox des points de contact $\frac{p}{q}$ et $\frac{p'}{q'}$ tels que $pq' - qp' = \pm 1$; ces arcs se

coupent sous un angle égal à $\frac{\pi}{3}$; si l'on désigne par x l'abscisse du sommet compris entre $\frac{p}{q}$ et $\frac{p'}{q'}$ et par θ le rapport $\frac{q'}{q}$, on a

$$\left| x - \frac{p}{q} \right| = \frac{\varphi(\theta)}{q^2}$$

avec

$$\varphi(\theta) = \frac{1}{2} \frac{2\theta + 1}{\theta^2 + \theta + 1};$$

sans entrer dans le détail de la discussion, des considérations géométriques élémentaires montrent que si les deux arcs de cercle, qui se coupent sous un angle $\frac{\pi}{3}$, étaient tels [1] que l'un des arcs (entre le point d'intersection et le point de contact avec Ox) fût égal à $\frac{\pi}{2}$, l'autre arc serait égal à $\frac{\pi}{6}$ et, par suite, l'approximation pour l'une des fractions $\frac{p}{q}$ descendant au minimum d'Hermite $\frac{1}{q^2\sqrt{3}}$, l'approximation pour la fraction contiguë $\frac{p'}{q'}$ serait égale à la moitié du rayon du cercle correspondant, c'est-à-dire $\frac{1}{2q'^2\sqrt{3}}$. Pour obtenir des résultats plus précis, il sera nécessaire d'étudier la construction directe d'une ligne L_n de rang donné ou tangente à Ox en un point donné et de porter une attention particulière sur les arcs communs à des lignes consécutives; ce sera l'objet du Mémoire qui sera publié plus tard.

---

[1] Cette circonstance ne peut se présenter, puisque les abscisses de tous les sommets sont des nombres rationnels; mais il peut se présenter des cas aussi voisins que l'on veut de ce cas limite. Signalons aussi que l'on aurait pu désigner par L_1 la ligne OM_1A en n'introduisant pas P_1Q_1; la méthode indiquée, bien que moins simple en apparence, semble préférable pour certaines questions. Enfin, il est clair que l'on pourrait construire des figures analogues avec une valeur différente pour l'angle constant des arcs qui forment les lignes L_n; la figure considérée est à certains égards la plus simple et celle qui se rapproche le plus de celle d'Hermite, mais d'autres donneraient de meilleures approximations; un cas limite est celui où l'angle est nul (cercles tangents); il correspond à l'approximation maximum indiquée dans mon Mémoire cité plus haut.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur quelques propriétés du groupe fuchsien formé des substitutions modulaires qui n'altèrent pas une forme d'Hermite indéfinie.* Note de M. **Gaston Julia**, présentée par M. Émile Picard.

Une forme de Dirichlet sera ici une forme quadratique binaire dont les coefficients sont des entiers réels ou complexes. Une forme d'Hermite sera une forme quadratique binaire à indéterminées conjuguées dont les coefficients sont des entiers en partie réels, en partie complexes. Dans l'espace $O\xi\eta\tau$ bien connu, où le plan $O\xi\eta$ est le plan de la variable complexe $z = \frac{x}{y} = \xi + i\eta$, x et y étant les indéterminées d'une forme de Dirichlet ou d'Hermite, $O\tau$ la normale au plan $O\xi\eta$, une forme de Dirichlet est représentée par la demi-circonférence Γ orthogonale au plan $O\xi\eta$ décrite sur le segment joignant ses deux racines comme diamètre. Une forme d'Hermite indéfinie est représentée par la demi-sphère Σ dont le grand cercle du plan $O\xi\eta$ s'obtient en égalant à zéro cette forme divisée par yy_0.

C'est un fait bien connu, signalé pour la première fois par M. Picard en 1884, que toute forme d'Hermite indéfinie reste invariante par un sous-groupe infini du groupe modulaire complexe, qui constitue un groupe fuchsien conservant la demi-sphère représentative de la forme d'Hermite. Sur une telle demi-sphère Σ, considérons un demi-cercle Γ représentatif d'une forme de Dirichlet; nous dirons que la forme de Dirichlet correspondante est contenue dans la forme d'Hermite considérée. [Que de telles formes existent, dont les racines ne soient pas des nombres rationnels complexes (cas évidemment banal), c'est ce qu'il est facile de voir en prenant tout simplement l'intersection de deux demi-sphères sécantes représentant deux formes d'Hermite indéfinies.] En s'aidant alors de ce principe fondamental dans la réduction des formes de Dirichlet et des formes d'Hermite indéfinies, à savoir que chacune de ces formes n'a qu'un *nombre fini de réduites*, on voit aisément qu'*il existe dans le sous-groupe* G *conservatif de la forme d'Hermite envisagée une substitution* T *hyperbolique qui conserve aussi la forme de Dirichlet correspondant à* Γ. *Cette substitution engendre un groupe cyclique contenu dans* G, *et qui conserve* Γ. Comme d'autre part à toute forme de Dirichlet Γ correspond un groupe cyclique conservatif de Γ, engendré par une substitution hyperbolique ou loxodromique S, la substitution T précédente sera une puissance de S, d'où il suit que si une forme de Dirichlet Γ est contenue dans une forme d'Hermite Σ, la substitution

fondamentale S de son groupe est une racine $n^{\text{ième}}$ d'une substitution hyperbolique : S est donc une substitution loxodromique d'une nature particulière, le multiplicateur K de cette substitution $\left(\frac{z'-\zeta_1}{z'-\zeta_2} = K\frac{z-\zeta_1}{z-\zeta_2}\right)$ a un argument commensurable à 2π $\left(K = re^{i\theta},\ \theta = \frac{2p\pi}{n},\ p\right.$ et n entiers premiers entre eux$\left.\right)$.

Si en particulier on considère le plan $O\xi\tau$, il représente la forme d'Hermite $f = xy_0 - x_0y$; cette forme est conservée par les substitutions à coefficients réels du groupe modulaire complexe, c'est-à-dire par toutes les substitutions du groupe modulaire réel. Une forme de Dirichlet contenue dans f est une forme quadratique binaire à coefficients entiers réels indéfinie. Le résultat établi précédemment prouve que toute forme quadratique binaire indéfinie à coefficients réels entiers est conservée par un groupe cyclique de substitutions hyperboliques, sous-groupe du groupe modulaire réel. C'est là un résultat bien connu de la théorie élémentaire, que le résultat donné plus haut généralise fort simplement.

Terminons par quelques remarques :

Ce qu'on a vu plus haut prouve que les formes de Dirichlet contenues dans une forme d'Hermite *sont particulières*. On peut démontrer que :

La condition nécessaire et suffisante pour que la forme $\alpha x^2 + 2\beta xy + \gamma y^2$ (où α, β, γ sont des entiers complexes) soit contenue dans une forme d'Hermite $axx_0 - bxy_0 - b_0x_0y + cyy_0$ (a, c entiers réels; b, b_0 entiers complexes conjugués) est que *Norme* $(\beta^2 - \alpha\gamma)$ *soit carré parfait d'un entier réel*. Si la condition est remplie, il y a une *infinité de formes d'Hermite qui contiennent la forme envisagée*.

Ceci permet de conclure en passant que toute forme de Dirichlet, contenue dans une forme d'Hermite f, s'obtient par le procédé indiqué plus haut en prenant le demi-cercle commun à la demi-sphère Σ représentative de f, et à une demi-sphère représentative d'une autre forme d'Hermite.

Nous remarquerons en dernier lieu que, si l'on considère deux formes d'Hermite dont les demi-sphères sont sécantes, les deux groupes fuchsiens qui les conservent respectivement ont en commun un groupe cyclique conservatif de la forme de Dirichlet contenue dans les deux formes considérées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de fonctions ultrasphériques.* Note (¹) de M. **Erwand Kogbetliantz**, présentée par M. Appell.

Les polynomes de Legendre, ainsi que les fonctions trigonométriques, sont des cas particuliers des polynomes ultrasphériques orthogonaux, $p_n^{(\lambda)}(x)$, définis par

$$\sum_0^\infty z^n p_n^{(\lambda)}(x) = [1 - 2xz + z^2]^{-\lambda}.$$

Le succès de la méthode des moyennes arithmétiques dans des cas particuliers $\left(\lambda = 0, \frac{1}{2}, 1\right)$ suggère l'idée d'appliquer cette méthode de sommation des séries au cas général de λ quelconque.

Soit

$$(1)\quad f(x) \sim \frac{1}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty} c_n p_n^{(\lambda)}(x) \quad \text{où} \quad c_n = (n+\lambda)\frac{\Gamma(n+1)}{\Gamma(n+2\lambda)}\frac{\Gamma^2(\lambda)}{2^{1-2\lambda}}\int_{-1}^{+1}\frac{f(t)\,p_n^{(\lambda)}(t)\,dt}{(1-t^2)^{\frac{1}{2}-\lambda}}.$$

La moyenne arithmétique d'ordre δ, $f_n^{(\delta)}(x)$, de la série (1) est liée à celle de la série $\sum_{n=0}^{\infty}(n+\lambda)p_n^{(\lambda)}(x)$, laquelle nous noterons $S_n^{(\delta)}(\gamma)$, par la relation

$$f_n^{(\delta)}(x) = \frac{1}{\pi}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\frac{f(t)\,S_n^{(\delta)}(\gamma)\,du\,dt}{(1-u^2)^{1-\lambda}(1-t^2)^{\frac{1}{2}-\lambda}} \qquad \left[\cos\gamma = xt + u\sqrt{(1-x^2)(1-t^2)}\right].$$

On démontre d'abord les deux théorèmes suivants :

I. $\lim\limits_{n=\infty} S_n^{(\delta)}(\gamma) = 0$ *uniformément dans l'intervalle* $0 < \varepsilon \leqq \gamma \leqq \pi$ pour $\delta > 2\lambda$.

II. $S_n^{(\delta)}(\gamma) \geqq 0$ *pour chaque valeur de* n *et* $0 \leqq \gamma \leqq \pi$, *pourvu que* $\delta \geqq 2 + E(2\lambda)$; *mais si* $2\lambda = E(2\lambda)$, *il suffit que* $\delta \geqq 1 + 2\lambda$.

On déduit de ces théorèmes le résultat cherché :

Théorème A. — *La série* (1) *est sommable* $[C,\ \delta = 2 + E(2\lambda)]$, *ou même sommable* $[C,\ \delta = 1 + 2\lambda]$ *si* $2\lambda = E(2\lambda)$, *avec la somme*

$$\frac{1}{2}[f(x-0) + f(x+0)]$$

(¹) Séance du 13 novembre 1916.

partout où cette expression existe; la sommabilité est uniforme dans tout intervalle compris dans l'intervalle de continuité de $f(x)$.

La fonction $f(x)$ n'est supposée sommable que dans $(-1, +1)$.

Le théorème I permet d'établir [1] que la série (1) est uniformément sommable, $[C, \delta > 2\lambda]$, avec la somme $f(x)$ dans tout intervalle de continuité de $f(x)$, compris dans l'intervalle où $f(x)$ est à variation bornée. De même, pour $-1 < x < +1$, elle est sommable, $[C, \delta > \lambda]$, et uniformément sommable, $[C, \delta > \lambda]$, pour $|x| \leqq 1 - \varepsilon$ parce que $\lim\limits_{n=\infty} S_n^{(\delta)}(\gamma) = 0$ uniformément pour $\varepsilon \leqq \gamma \leqq \pi - \varepsilon$ pourvu que $\delta > \lambda$.

La démonstration du théorème I repose sur la sommation des séries trigonométriques

$$\sum_0^\infty \frac{\Gamma(n+2\lambda)}{\Gamma(n+1)} \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix} (n+\lambda)\theta :$$

les formules approximatives pour la moyenne arithmétique d'ordre δ de ces séries montrent immédiatement qu'elles sont uniformément sommables, $[C, \delta > 2\lambda - 1]$, pour $\varepsilon \leqq \theta \leqq 2\pi - \varepsilon$. On passe maintenant à la série $\sum\limits_0^\infty p_n^{(\lambda)}(\cos\theta)$ au moyen des formules intégrales, qui généralisent les formules connues de Mehler pour les polynomes de Legendre $\left(\lambda = \frac{1}{2}\right)$

$$\frac{\Gamma^2(\lambda)}{2^{1-\lambda}} \frac{\Gamma(n+1)}{\Gamma(n+2\lambda)} \sin^{2\lambda-1}\theta\, p_n^{(\lambda)}(\cos\theta) = \int_0^\theta \frac{\cos(n+\lambda)\varphi\, d\varphi}{[\cos\varphi - \cos\theta]^{1-\lambda}} = \int_\theta^\pi \frac{\cos[(n+\lambda)\varphi - \lambda\pi]\, d\varphi}{[\cos\theta - \cos\varphi]^{1-\lambda}}.$$

Quant à la série $\sum\limits_0^\infty (n+\lambda) p_n^{(\lambda)}(\cos\lambda)$, elle est le produit des deux séries

$$\sum_0^\infty (n+\lambda) p_n^{(\lambda)}(\cos\theta) = \left\{ 2\lambda \sum_0^\infty p_n^{(\lambda)}(\cos\theta) \right\} \left\{ \frac{1}{2} + \sum_1^\infty \cos n\theta \right\}.$$

Dans la démonstration du théorème II, on part de la formule de Frombeck,

$$\begin{aligned} \frac{\pi}{2} p_n^{(\lambda)}(\cos\theta) = & \int_0^\theta \frac{\sin\left(\frac{1}{2} - \lambda\right)\varphi \sin\left(n + \frac{1}{2}\right)\varphi\, d\varphi}{[2(\cos\varphi - \cos\theta)]^\lambda} \\ & + \int_\theta^\pi \frac{\sin\left[\lambda\pi + \left(\frac{1}{2} - \lambda\right)\varphi\right] \sin\left(n + \frac{1}{2}\right)\varphi\, d\varphi}{[2(\cos\theta - \cos\varphi)]^\lambda} \\ & (n \geqq 0). \end{aligned}$$

---

(1) Chapman, *Quarterly Journal* (théor. XII), t. 73, p. 20.

Il est très probable qu'on arrivera à abaisser, dans l'énoncé du théorème A, l'ordre de sommabilité δ jusqu'à $1+2\lambda$ aussi pour $2\lambda \neq E(2\lambda)$; il suffirait pour cela de démontrer que la moyenne arithmétique $s_n^{(\delta)}(\theta)$, d'ordre $\delta = 2\lambda - 1$ de la série $\sum_0^\infty \frac{\Gamma(n+2\lambda)}{\Gamma(n+1)} \cos[(n+\lambda)\theta - \lambda\pi]$, n'est jamais négative pour chaque valeur de n et $0 \leqq \theta \leqq \pi$, ce qui permettrait de remplacer, dans l'énoncé du théorème II, $2 + E(2\lambda)$ par $1+2\lambda$ même quand $2\lambda \neq E(2\lambda)$; la formule approximative pour cette moyenne $s_n^{(2\lambda-1)}(\theta)$ montre qu'elle n'est jamais négative pour $n \geqq N(\varepsilon)$ et $\varepsilon \leqq \theta \leqq \pi$, mais $N(\varepsilon)$ croît indéfiniment avec $\frac{1}{\varepsilon}$. De même la considération des constantes $\rho_n^{(2\lambda)}$ de Lebesgue d'ordre 2λ de la série $\sum_0^\infty (n+\lambda) p_n^{(\lambda)}(x)$,

$$\rho_n^{(2\lambda)} = \int_{-1}^{+1} |S_n^{(2\lambda)}(x)| (1-x^2)^{\lambda - \frac{1}{2}} dx$$

abaissera probablement — si l'on démontre, comme l'a fait voir Gronwall pour $\lambda = \frac{1}{2}$, qu'elles sont bornées — cet index δ jusqu'à sa valeur minimum 2λ.

CINÉMATIQUE. — *Sur les propriétés du second ordre des mouvements plans à deux paramètres.* Note [1] de M. G. **Kœnigs**.

1. Comme suite à ma Note reçue dans la séance du 30 octobre et parue aux *Comptes rendus* du 6 novembre (t. 163, p. 511), je me propose de faire connaître ici les propriétés essentielles du second ordre des mouvements plans à deux paramètres. Je conserverai les notations précédentes.

Rappelons d'abord que, dans le cas d'un mouvement à un seul paramètre, les propriétés du premier ordre (normales et tangentes) ne dépendent que de la connaissance du centre instantané de rotation I, et que les propriétés du second ordre (courbures) ne dépendent que de la connaissance d'un point K′, centre géométrique des accélérations. Ce point est celui dont l'accélération totale est nulle lorsqu'on suppose que le temps est mesuré par l'angle θ de position de la figure. Il est diamétralement opposé au

(1) Séance du 13 novembre 1916.

centre instantané I dans le cercle des inflexions. La construction de ce point est la suivante :

Soit $\overrightarrow{IV}$ le vecteur qui représente la vitesse propre au centre instantané lorsque l'angle de position θ est pris comme mesure du temps; par une rotation directe de trois angles droits, ce vecteur vient occuper la position $\overrightarrow{IK'}$. L'extrémité K' de ce vecteur est le centre géométrique des accélérations.

De là suit que, si X_I, Y_I sont les coordonnées du point I par rapport à des axes rectangulaires solidaires du plan mobile, les coordonnées du point K' auront ces expressions :

$$X_{K'} = X_I + \frac{dY_I}{d\theta}, \qquad Y_{K'} = Y_I - \frac{dX_I}{d\theta}.$$

2. Concevons alors qu'il s'agisse d'un mouvement $\mathfrak{M}^1$ à un paramètre contenu dans un mouvement $\mathfrak{M}^2$ donné à deux paramètres. Nous avons trouvé antérieurement, pour les coordonnées du point I, ces expressions :

$$X_I = -\eta - \eta_1 u', \qquad Y_I = \xi + \xi_1 u'.$$

Il viendra donc, d'après les formules ci-dessus :

$$X_{K'} = -\eta - \eta_1 u' + \left(\frac{\partial \xi}{\partial \theta} + \frac{\partial \xi}{\partial u} u'\right) + \left(\frac{\partial \xi_1}{\partial \theta} + \frac{\partial \xi_1}{\partial u} u'\right) u' + \xi_1 u'',$$
$$Y_{K'} = \xi + \xi_1 u' + \left(\frac{\partial \eta}{\partial \theta} + \frac{\partial \eta}{\partial u} u'\right) + \left(\frac{\partial \eta_1}{\partial \theta} + \frac{\partial \eta_1}{\partial u} u'\right) u' + \eta_1 u''.$$

Pour une position donnée $\mathfrak{P}$ du plan mobile, c'est-à-dire pour un système donné de valeurs des paramètres de position θ, u, ces coordonnées dépendent des valeurs des dérivées u', u''. Elles forment donc un continuum de positions à deux paramètres dans le plan, sans qu'on soit autorisé à dire que ce continuum comprend tout le plan.

Mais considérons tous les $\mathfrak{M}^1$ contenus dans le $\mathfrak{M}^2$ donné et qui sont tangents ou qui ont même centre instantané I, ou même valeur pour u'. Le point K' ne doit plus être considéré que comme dépendant du seul paramètre u''; son lieu est alors la droite d_K^1, dont l'équation est

$$-\eta_1 X + \xi_1 Y + m = 0,$$

où l'on a posé

$$m = L + 2 M u' + N u'^2$$

avec

$$L = \eta_1 \frac{\partial \xi}{\partial \theta} - \xi_1 \frac{\partial \eta}{\partial \theta} - (\xi\xi_1 + \eta\eta_1), \qquad M = \eta_1 \frac{\partial \xi_1}{\partial \theta} - \xi_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial \theta} - (\xi_1^2 + \eta_1^2),$$

$$N = \eta_1 \frac{\partial \xi_1}{\partial u} - \xi_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial u}.$$

La droite $d_{K'}^{I}$ est perpendiculaire à la droite d_I et elle la coupe en un point H.

Un point H correspond ainsi à un point I; mais inversement deux positions de I, que nous appellerons I et J, correspondent à une position donnée de H. Ce dernier cependant doit se trouver sur une certaine moitié de la droite d_I (voir plus loin).

Les points I, J sont symétriques par rapport à un point O fixe, c'est-à-dire indépendant de H. Lorsque I vient en O, J y vient aussi; le point H vient alors dans une position particulière H_0. Ce dernier point décompose la droite d_I en deux demi-droites dont l'une, que nous appellerons d'_I, est à elle seule tout le lieu du point H. Lorsqu'on prend H sur la demi-droite opposée, les points I, J correspondants sont imaginaires. Il en résulte que la droite n_I, normale en H_0 à la droite d_I, décompose le plan en deux demi-plans dont un seul, celui qui contient la demi-droite d'_I, est le lieu du point K′. Ainsi se fait que le continuum des positions du point K′ ne soit qu'un demi-plan.

Il est à noter que si l'on envisage tous les mouvements $\mathfrak{M}^1$ tangents contenus dans le $\mathfrak{M}^2$ donné (qui ont par suite même centre instantané I) leurs cercles des inflexions forment un faisceau, car ils passent tous par les deux points I et H.

3. La connaissance de la droite $d_{K'}^{I}$ correspondant à un centre I donné permet de résoudre une série de problèmes concernant les courbures.

Supposons, par exemple, qu'on se propose de définir les éléments du second ordre d'un $\mathfrak{M}^1$ contenu dans un $\mathfrak{M}^2$ en se donnant le centre de courbure M_1 de la trajectoire d'un point M particulier. Le point I où la normale MM_1 coupe la droite connue d_I est le centre instantané. D'autre part, d'après un théorème que j'ai établi en mes *Leçons de Cinématique*, p. 443, la polaire du point M par rapport au cercle de centre M qui passe en I, doit contenir le point K′. On aura donc le point K′ en prenant l'intersection de cette polaire avec la droite d_K^I supposée connue.

Solution analogue si l'on se donne le point où une courbe entraînée touche son enveloppe, ainsi que le centre de courbure de celle-ci, etc.

4. Ces propriétés générales trouvent une illustration simple dans le mouvement spécial que j'ai étudié dans ma première Note. Si E, E_1 sont les deux points où la droite d touche les courbes (e), (e_1), on trouve que les points O et H_0 coïncident avec le point E. La droite n_1 est la normale en E à la courbe (e). Les vecteurs $\overrightarrow{EE_1}$ et $\overrightarrow{EH}$ sont de même signe, car ils vérifient la relation $\overline{EI}^2 = \overline{EE_1} \times \overline{EH}$, en sorte que la demi-droite d'_1 et le demi-plan qui la contient sont ceux qui contiennent le point E_1.

En outre la relation précédente, qui exprime que H et E_1 sont conjugués harmoniques par rapport au segment IJ dont E est le milieu, rend tout à fait élémentaires dans ce cas les constructions précédentes.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode de calcul des perturbations d'un mouvement connu.* Note de M. **H. Vergne**, présentée par M. Appell.

Je considère un système de $2n$ équations canoniques

$$(\text{I}) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial F}{\partial y_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

définissant le mouvement d'un système mécanique. La fonction $F(x_i, y_i, t)$ peut dépendre explicitement du temps t.

Je suppose qu'on ait su intégrer complètement ce système; soient

$$(1) \qquad \begin{cases} x_i = \xi_i(t, C_1, C_2, \ldots, C_{2n}), \\ y_i = \eta_i(t, C_1, C_2, \ldots, C_{2n}), \end{cases}$$

ses intégrales générales, les C désignant $2n$ constantes d'intégration.

Je suppose maintenant, ainsi qu'il arrive en Mécanique céleste, qu'on ait à étudier un second mouvement *voisin* du premier et soient

$$(\text{II}) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial F}{\partial y_i} + \varepsilon \frac{\partial f}{\partial y_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial x_i} - \varepsilon \frac{\partial f}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

les équations canoniques qui définissent ce nouveau mouvement, $F(x_i, y_i, t)$ étant la même fonction que précédemment, et $\varepsilon f(x_i, y_i, t)$ désignant une petite *fonction perturbatrice*. Dans ce qui suit, nous tiendrons seulement compte de la première puissance de ε et nous négligerons ε^2.

Posons, pour ce second mouvement,

$$x_i = \xi_i + \varepsilon\,\delta\xi_i,$$
$$y_i = \eta_i + \varepsilon\,\delta\eta_i.$$

Nous allons montrer qu'on peut calculer les *perturbations* $\delta\xi_i$, $\delta\eta_i$ au moyen de formules n'exigeant qu'*une seule* quadrature.

Pour cela, considérons l'équation auxiliaire aux dérivées partielles

$$\frac{\partial\sigma}{\partial t}+\sum_i\left(\frac{\partial\sigma}{\partial x_i}\frac{\partial F}{\partial y_i}-\frac{\partial\sigma}{\partial y_i}\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)=f(x_i, y_i, t).$$

que nous écrirons ainsi

$$(2)\qquad \frac{\partial\sigma}{\partial t}+(\sigma, F)=f,$$

la notation (σ, F) désignant, suivant l'usage, la *parenthèse de Poisson* relative aux deux fonctions $\sigma(x_i, y_i, t)$ et $F(x_i, y_i, t)$.

Je suppose que, de cette équation (2), nous ayons su obtenir une intégrale particulière quelconque $\sigma(x_i, y_i, t)$. Il suffira de poser

$$(3)\qquad \delta\xi_i=\frac{\partial\sigma}{\partial y_i},\qquad \delta\eta_i=-\frac{\partial\sigma}{\partial x_i},$$

pour avoir résolu les équations (II). Et, comme ce sont là de petites perturbations, on pourra, dans les seconds membres, remplacer les x_i, y_i par leurs valeurs non troublées ξ_i, η_i.

La vérification de cette affirmation est immédiate : il suffit, dans les équations (II), de remplacer x_i par $\xi_i+\varepsilon\frac{\partial\sigma}{\partial y_i}$, et y_i par $\eta_i-\varepsilon\frac{\partial\sigma}{\partial x_i}$, pour constater qu'on a des identités en vertu de (1) et de (2) (en négligeant ε^2) : la première équation (II), par exemple, devient identique à l'équation (2) différentiée par rapport à y_i.

Il reste à montrer qu'on peut obtenir de l'équation (2) une solution $\sigma(x_i, y_i, t)$ au moyen d'une seule quadrature. C'est ce qui est facile en se servant des formules (1), intégrales générales du système (I). Ces formules (1) peuvent être considérées comme définissant un changement de variables permettant de passer des $2n$ lettres x_i, y_i aux $2n$ lettres C (ce changement de variables dépendant explicitement du paramètre t).

Exprimons alors la fonction perturbatrice $f(x_i, y_i, t)$ au moyen des nouvelles variables C : elle devient une fonction $f(C_1, C_2, \ldots, C_{2n}, t)$ de ces nouvelles variables et du temps t.

Si nous posons

$$(4)\qquad \sigma=\int_{t_0}^{t} f(C_1, C_2, \ldots, C_{2n}, t)\,dt,$$

quadrature où les lettres C sont traitées comme des constantes, nous avons

là une fonction $\sigma(C_1, C_2, \ldots, C_{2n}, t)$, qu'on peut exprimer, au moyen des formules (1), en fonction des variables x_i, y_i, t. Cette fonction $\sigma(x_i, y_i, t)$ satisfait identiquement à l'équation (2), ainsi qu'il est très facile de le vérifier.

Ainsi, il a suffi d'exprimer la fonction perturbatrice f en fonction des constantes d'intégration C du mouvement non troublé; de calculer la fonction σ par la quadrature (4); d'exprimer cette fonction σ au moyen des variables x_i, y_i; pour en déduire immédiatement, au moyen des formules (3), les valeurs explicites des perturbations $\delta\xi_i$, $\delta\eta_i$ du mouvement troublé, à partir d'une époque quelconque t_0 (les quantités $\delta\xi_i$, $\delta\eta_i$ s'annulent, en effet, comme σ, pour $t = t_0$).

Les résultats précédents peuvent se rattacher aux idées générales *Sur une correspondance entre les mouvements de deux systèmes holonomes conservatifs* que j'ai publiées dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. 37, 1913, p. 375.

Le théorème est susceptible d'extension, et l'on peut montrer que, pour calculer les termes en ε^2, il suffit d'effectuer une seule nouvelle quadrature; d'une façon générale, une seule quadrature permet de passer de l'approximation de l'ordre de ε^p à l'approximation de l'ordre de ε^{p+1}.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Le problème du mur en Électrodynamique.* Note [1] de M. **Louis Roy**, transmise par M. Paul Sabatier.

Considérons un mur diélectrique et conducteur, d'épaisseur $2l$, occupant la région de l'espace $(-l \leqq x \leqq l)$ et compris entre deux diélectriques non conducteurs 1 et 2 occupant les deux autres régions de l'espace $(x \leqq -l)$ et $(x \geqq l)$. Ces trois milieux sont homogènes et isotropes et peuvent être magnétiques. Le problème du mur consiste à déterminer, à l'instant t, l'état électrique et magnétique du système résultant d'un état initial donné arbitrairement.

La recherche de cet état se ramène à la détermination, en chaque point de l'espace, du potentiel vecteur total $(\mathcal{F}, \mathcal{G}, \mathcal{H})$, dont on déduit, par les formules de la théorie d'Helmholtz, le potentiel électrique et les autres grandeurs électriques et magnétiques.

Supposons l'état initial indépendant de y et de z, x devenant ainsi la

(1) Séance du 13 novembre 1916.

seule variable géométrique. Les fonctions $(\mathcal{F}, \mathcal{G}, \mathcal{H})$ se déterminent alors séparément : la première intervient seule dans la détermination du potentiel électrique $\mathcal{V}$ et de la composante longitudinale du champ électrique; les deux autres déterminent le champ magnétique et les composantes transversales du champ électrique. Nous nous occuperons seulement de la détermination de la fonction $\mathcal{F}$ et des grandeurs qui en dérivent.

Nous simplifierons les équations du problème en supposant qu'aucun des trois milieux considérés n'a un pouvoir inducteur spécifique d'un ordre de grandeur inférieur à celui de l'éther, ce qui est d'ailleurs le cas de tous les diélectriques dont on a pu mesurer le pouvoir inducteur. En vertu de l'hypothèse appelée par P. Duhem *hypothèse de Faraday et de Mossotti* et nécessaire pour mettre la théorie d'Helmholtz d'accord avec les expériences de Hertz, les pouvoirs inducteurs spécifiques des trois milieux considérés seront, comme celui de l'éther, des nombres très supérieurs à l'unité. Dans ces conditions, la vitesse de propagation des ondes longitudinales aura, dans les trois milieux, une même valeur L égale à celle de la lumière dans l'éther.

Soit alors ρ la résistivité du mur, $\varkappa$ son coefficient de polarisation diélectrique; substituons aux variables indépendantes (x, t) les variables (ξ, τ) liées aux premières par les relations

$$\tau = \frac{t}{\rho\varkappa}, \qquad \xi = \frac{x}{L\rho\varkappa}.$$

En affectant des indices 1 ou 2 les fonctions relatives aux milieux 1 ou 2, celles sans indice se rapportant au mur, les équations indéfinies du problème s'écriront

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial^2(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2)}{\partial\xi^2} - \frac{\partial^2(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2)}{\partial\tau^2} = 0, \\ &\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}\left(\mathcal{F} + \frac{\partial\mathcal{F}}{\partial\tau}\right) - \frac{\partial^2}{\partial\tau^2}\left(\mathcal{F} + \frac{\partial\mathcal{F}}{\partial\tau}\right) = 0 \end{aligned} \right.$$

et, en posant $\lambda = \dfrac{l}{L\rho\varkappa}$, les conditions aux limites seront, pour $\xi = \mp\lambda$,

$$\mathcal{F} = (\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2), \qquad \frac{\partial\mathcal{F}}{\partial\xi} = \frac{\partial(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2)}{\partial\xi}.$$

Enfin, les conditions initiales seront, pour $\tau = 0$,

$$(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}, \mathcal{F}_2) = (F_1, F, F_2), \qquad \frac{\partial(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}, \mathcal{F}_2)}{\partial\tau} = (G_1, G, G_2), \qquad \frac{\partial^2\mathcal{F}}{\partial\tau^2} = H,$$

F_1, F, ..., H étant des fonctions données de ξ.

Ces fonctions $\mathcal{F}$ étant ainsi obtenues, soient ε la constante fondamentale des actions électrostatiques, k la constante d'Helmholtz et posons

$$\mathfrak{W} = \sqrt{\varepsilon k}\,\mathcal{V}.$$

$\mathfrak{W}$ sera déterminé dans les trois régions par une quadrature au moyen des équations

$$(2) \qquad \frac{\partial(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}, \mathcal{F}_2)}{\partial\xi} + \frac{\partial(\mathfrak{W}_1, \mathfrak{W}, \mathfrak{W}_2)}{\partial\tau} = 0$$

et de sa valeur initiale $W = \sqrt{\varepsilon k}V$. On a, en outre, la relation

$$\frac{\partial\mathfrak{W}}{\partial\xi} - \frac{\partial^2\mathcal{F}}{\partial\xi^2} + \frac{\partial\mathcal{F}}{\partial\tau} + \frac{\partial^2\mathcal{F}}{\partial\tau^2} = 0,$$

d'où il résulte que

$$W' - F'' + G + H = 0.$$

Soit enfin $\frac{a}{\sqrt{2}}$ la constante fondamentale des actions électrodynamiques; les composantes longitudinales $\frac{\frac{a}{\sqrt{2}}}{p\chi}(\mathcal{X}_1, \mathcal{X}, \mathcal{X}_2)$ du champ électrique total dans chaque région seront données par les égalités

$$(3) \qquad (\mathcal{X}_1, \mathcal{X}, \mathcal{X}_2) = -\frac{\partial(\mathfrak{W}_1, \mathfrak{W}, \mathfrak{W}_2)}{\partial\xi} - \frac{\partial(\mathcal{F}_1, \mathcal{F}, \mathcal{F}_2)}{\partial\tau},$$

les premiers termes correspondant au champ électrostatique, les seconds au champ électrodynamique.

L'intégration des équations (1) et (2) donne alors, pour les fonctions $\mathcal{F}$ et $\mathfrak{W}$, des expressions analytiques différentes dans les diverses régions du plan des deux variables (ξ, τ) limitées par les six droites

$$\xi \pm \tau \pm \lambda = 0, \qquad \xi \pm \lambda = 0.$$

En particulier, la différence de potentiel entre les faces du mur est donnée par les expressions : pour $0 \leq \tau \leq 2\lambda$,

$$(4) \quad \begin{aligned} &2(\mathfrak{W}_{-\lambda} - \mathfrak{W}_{\lambda}) \\ &= W(-\lambda+\tau) + W(-\lambda) - W(\lambda-\tau) - W(\lambda) \\ &\quad + \int_{-\lambda-\tau}^{-\lambda}(G_1 - F'_1)\,d\xi - \int_{-\lambda}^{-\lambda+\tau} F'\,d\xi + \int_{\lambda-\tau}^{\lambda} F'\,d\xi + \int_{\lambda}^{\lambda+\tau}(G_2 + F'_2)\,d\xi \\ &\quad - e^{\lambda-\tau}\left[\int_{-\lambda}^{-\lambda+\tau}(G + W')e^{\xi}\,d\xi + \int_{\lambda-\tau}^{\lambda}(G + W')e^{-\xi}\,d\xi\right]; \end{aligned}$$

pour $\tau \geqq 2\lambda$,

$$(5)\quad 2(\mathfrak{W}_{-\lambda} - \mathfrak{W}_{\lambda}) = \int_{-\lambda-\tau}^{\lambda-\tau} (G_1 - F'_1)\, d\xi + \int_{-\lambda+\tau}^{\lambda+\tau} (G_2 + F'_2)\, d\xi - 2e^{\lambda-\tau}\int_{-\lambda}^{\lambda} (G + W')\, \mathrm{ch}\,\xi\, d\xi,$$

formules où les F′ représentent, d'après les équations (2), les vitesses initiales changées de signe des fonctions $\mathfrak{W}$.

Les formules (3) montrent alors que le champ électrique total conserve sa valeur initiale dans les régions 1 et 2, et qu'à l'intérieur du mur il a pour expression, pour $\tau \geqq 0$,

$$(6)\qquad \mathfrak{X} = -(G + W')e^{-\tau}.$$

On reconnaît que toutes les formules précédentes subsistent si les régions 1 et 2, au lieu d'être des diélectriques non conducteurs, sont des conducteurs de résistivité nulle.

GÉOLOGIE. — *Notes géologiques sur la région de Bou Laouane (Maroc occidental)*. Note (¹) de M. **Russo**, transmise par M. C. Depéret.

La région de Bou Laouane nous paraît mériter une description particulière par la netteté avec laquelle s'y révèlent les dispositions essentielles que nous retrouvons à travers tout le Maroc central, c'est-à-dire un substratum ancien plissé, puis arasé, sur lequel reposent des couches plus récentes horizontales.

Le substratum ancien est formé de deux séries de schistes et de quartzites superposés, dépourvus de fossiles, ou, du moins, n'en ayant pas encore donné dans cette région.

Ce substratum offre les éléments suivants :

II.	6.	Quartzites bruns, rouges ou gris.
	5.	Schistes feuilletés.
	4.	Graüwackes.
I.	3.	Quartzites blancs.
	2.	Schistes feuilletés verts à *ripplemarks*.
	1.	Schistes verts et bleus durs.

(¹) Séance du 13 novembre 1916.

Tous ces éléments sont en concordance et forment une série de plis dont les pendages alternent, tantôt orientaux, tantôt occidentaux, avec direction générale NNE à SSW et plis orthogonaux recoupant les plis principaux, avec direction NW à SE et WSW à ESE.

Surmontant ce substratum et fréquemment percée par lui sous forme de *Sokhrats* quartzitiques (quartzites blancs) ou de bancs rocheux (quartzites bruns) s'étend une couche horizontale uniforme de sables, de conglomérats, d'argiles, dont la coloration est en général rougeâtre, mais à peu près constamment mêlée de vert, de violet, de jaune, surtout dans les couches marneuses. La succession de ses éléments est un peu variable. Nous prendrons pour type ce qu'elle est dans le ravin du chemin de fer à 3^{km} au sud-ouest de Bou Laouane. On y trouve :

4.................... Sables gris.
3.................... Sables fauves.
2.................... Marnes bariolées.
1.................... Argile feuilletée rouge.

Immédiatement susjacentes à ces couches qui, comme celles des schistes et des quartzites ne nous offrent aucun fossile, nous rencontrons des couches de calcaires fort riches en fossiles.

Nous y voyons :

4.................... Calcaire compact.
3.................... Calcaire gréseux dur.
2.................... Calcaire gréseux tendre.
1.................... Calcaire jaune tendre.

Nous y avons trouvé un certain nombre de fossiles, tous miocènes, que M. Depéret a bien voulu déterminer. Nous en avons déjà parlé succinctement (*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 136).

Les positions détaillées de ces fossiles sont indiquées plus loin.

Tout ce que nous venons de dire s'applique à la portion occidentale de la région de Bou Laouane. Sa portion orientale montre un régime un peu différent.

Au lieu de rencontrer toujours, au-dessus des quartzites bruns, les couches bariolées, celles-ci sont très souvent absentes et le terme qui surmonte les quartzites est un calcaire chamois parsemé souvent de dendrites de manganèse et qui se présente en bancs sensiblement horizontaux se continuant de façon ininterrompue avec ceux de Mechra ben Abbou. Ils ne nous ont donné aucun fossile dans la région de Bou Laouane.

Des divers terrains dont nous venons de constater la présence, les premiers, schistes verts, gris ou bleus, ainsi que les quartzites, appartiennent au primaire, mais sans qu'il soit possible de les dater par des fossiles.

Toutefois les quartzites blancs ont une telle analogie de faciès avec les quartzites siluriens d'Europe que nous supposons qu'ils doivent être *siluriens*.

Au contraire, les quartzites supérieurs semblent en parenté stratigraphique, avec les couches de la région de Mgarto, où M. L. Gentil a trouvé une abondante faune coblencienne. Il y faudrait voir, si cette parenté stratigraphique se vérifie, du *Dévonien inférieur*.

Les couches rouges ne m'ont montré que des feuilles, probablement de Conifères, en très mauvais état.

Nous y voyons l'équivalent des couches permo-triasiques de Mechra ben Abbou. Enfin les couches calcaires et les conglomérats et grès supérieurs nous offrent un ensemble de couches vindoboniennes.

On y trouve :

7..... Carapace tuffacée contemporaine.
6..... Cailloutis d'altération.
5..... Conglomérat calcaire.
4..... Calcaire gréseux à { *Pirula* cf. *condita* Lam. ; *Cardium* cf. *burdigalinum* Lam. }
3..... Calcaire compact à { *Proto cathedralis* Bl. ; *Turritella terebralis* Lam. ; *Arca* sp. }
2..... Calcaire gréseux.
1..... Calcaire jaune à { *Pecten Dunkeri* Mayer. ; *Ostrea plicatula* Lam. }

Les couches 1 à 5 représentent le Vindobonien. Les terrains compris entre le Trias inférieur et le Vindobonien ne sont pas représentés en ce point.

ZOOLOGIE. — *Les récifs d'Hermelles et l'assèchement de la baie du Mont-Saint-Michel.* Note [1] de MM. C. Galaine et C. Houlbert, présentée par M. Edmond Perrier.

Par suite d'un exhaussement progressif du fond de la baie, le Mont-Saint-Michel perd, petit à petit, son aspect insulaire; quoi qu'on en puisse penser,

[1] Séance du 30 octobre 1916.

la digue ne joue aucun rôle dans l'évolution de ce phénomène; sa transformation ou sa suppression ne ramèneraient pas les eaux autour du célèbre rocher.

Bien des fois, au cours de ces dernières années, des géologues éminents ont indiqué que le fond du golfe normanno-breton était soumis à des mouvements verticaux d'oscillation; le plus récent de ces mouvements, un affaissement, vers la fin de l'époque gallo-romaine, produisit la grande transgression marine qui amena la destruction de la forêt dite de *Sciscy* (Chauscy); mais, le dernier des sept villages, Saint-Étienne-de-Paluel, qui reposent ensevelis sous les eaux de la baie, ne fut définitivement submergé qu'en l'an 1630.

Nos recherches sur les bancs d'Huîtres de la baie de Cancale, qui nous ont conduits à explorer la région dans tous les sens, nous ont fourni bien des fois l'occasion de vérifier l'exactitude des mouvements d'oscillation signalés ci-dessus; mais nous avons constaté en outre qu'à l'ensemble de ces phénomènes, d'ordre purement géologique, s'en superposait un autre, d'ordre biologique. C'est sur ce dernier que nous désirons appeler particulièrement l'attention de l'Académie, car son importance, pour l'exhaussement du fonds marin, est, à notre avis, supérieure à tout ce qui peut résulter des lentes oscillations orogéniques dans cette région : *il s'agit, en fait, des importantes barrières récifales édifiées par les Hermelles* (*Hermella alveolata* Sav.), *lesquelles, s'étendant par le travers de la baie dans la direction Chapelle Sainte-Anne-Granville, barrent complètement les estuaires côtiers sur une étendue qui n'est pas inférieure à* 10^{km}.

Déjà, en 1832, dans leur *Histoire naturelle du littoral de la France*, t. I, p. 181, Audouin et Milne-Edwards consignaient les remarques suivantes :

Nous nous sommes convaincus que les masses formées par ces Annélides étaient très considérables et qu'elles enterraient pour ainsi dire les Huîtres. C'est depuis une dizaine d'années seulement que les Hermelles ont envahi ce banc [1] et qu'elles y ont entièrement arrêté la reproduction des Huîtres; toutes celles qu'on y arrache avec la drague sont très vieilles et comme enfouies dans des masses sablonneuses construites par ces Annélides; aussi ce banc, qui était autrefois l'un des plus estimés, est-il aujourd'hui complètement abandonné. Les Hermelles qui l'ont détruit paraissent y être venues du voisinage du Mont-Saint-Michel, car elles forment, sur quelques points des grèves de ce rocher et au nord-est du Pas-aux-Bœufs, des bancs de sable ou des

---

[1] Il s'agit principalement de la partie sud du banc Saint-Georges, banc n° IV du quartier de Cancale (Voir L. Joubin, *Gisements des Mollusques comestibles des côtes de France*, Monaco, 1910, p. 14).

espèces d'îlots qui découvrent à mer basse et qui paraissent élevés de 8 à 10 pieds. Il est à craindre que cet ennemi, si dangereux pour les Huîtres, ne gagne les bancs voisins et ne dépeuple peu à peu la baie actuellement si riche de Cancale.

Jusqu'ici, heureusement, les craintes exprimées par les deux savants professeurs du Muséum ne paraissent pas s'être réalisées, tout au moins en ce qui concerne les bancs d'Huîtres; les Hermelles ne s'avancent guère, vers l'Ouest, au delà de la laisse des basses mers; comme les Coraux, ces organismes ne peuvent sans doute vivre au-dessous d'une certaine profondeur; toutefois, du fait de leur activité et malgré la faible solidité de leurs constructions, un résultat important est aujourd'hui nettement visible.

Les récifs d'Hermelles qui se développent depuis les bancs de sable du nord de Cherrueix jusqu'à la hauteur de Dragey, dans la direction du Cantonnement, continuent à s'accroître *en hauteur*, sinon en étendue; pareils à d'immenses troupeaux de *moutons couchés*, ils forment actuellement, sur une largeur d'environ 3^{km}, une digue d'îlots, tantôt réunis, tantôt séparés, entre lesquels et en arrière desquels, d'année en année, s'accumulent les sables amenés par les courants. Les masses récifales, cela se conçoit, sont enfouies petit à petit; mais, comme elles végètent sans cesse à leur partie supérieure, leur muraille s'élève continuellement, consolidée par les sables qu'elle a arrêtés. Ces sables, avec les vases qui les continuent vers l'Est et vers le Sud, ont déjà tellement modifié l'estuaire du Couesnon que ce fleuve, dont les eaux s'écoulaient encore en 1790, bien à gauche du Mont-Saint-Michel, le long « des digues du grand marais de Dol », est maintenant refoulé vers les grèves cotentines et coule directement vers le Nord, entraînant avec lui les eaux de la Guintre, de la Sélune et de la Sée.

Tout le fond de la baie du Mont-Saint-Michel subit donc, du fait de la présence des Hermelles, un ensablement et un envasement continus; on peut estimer que l'épaisseur des dépôts qui, à l'époque du *Voyage* d'Audouin et de Milne-Edwards n'était que de 8 à 10 pieds, est aujourd'hui d'environ 5^{m} à 6^{m} (15 à 18 pieds); le sommet de la Grande-Bosse dépasse peut-être actuellement de 12^{m} le zéro des cartes marines.

Les conclusions, en face de ces faits, sont faciles à tirer : ce sont les Hermelles qui construisent, soit sur les bancs d'huîtres, soit sur des affleurements rocheux, de véritables digues qui arrêtent les sables amenés par les courants.

Il se produit ainsi un exhaussement graduel du sol marin, qui aboutira à un assèchement complet du fond de la baie; la mer rencontrera des diffi-

cultés de plus en plus grandes pour atteindre le Mont-Saint-Michel et, comme nous l'avons dit plus haut, la suppression de la digue ou sa transformation, ne peuvent apporter aucune amélioration à cet état de choses.

Pour permettre aux eaux de s'avancer plus loin vers le fond de la baie, il faudrait détruire, sans trop tarder, les récifs d'Hermelles, à la dynamite ou à la drague; par les modifications ainsi apportées à la topographie sous-marine, peut-être les courants arriveraient-ils à remporter vers la haute mer les sables accumulés. Mais ce résultat n'est nullement sûr; il exigerait, en tout cas, une étude très approfondie de la question, car on ne peut pas espérer défaire en quelques mois ce que la nature a mis 80 ans à édifier.

MICROBIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les infections gangréneuses des plaies de guerre par germes anaérobies.* Note [1] de MM. **G. Lardennois** et **J. Baumel**, présentée par M. A. Dastre.

Ce qui caractérise les infections gangréneuses par germes anaérobies, ce qui les différencie complètement des infections par germes aérobies, c'est la destruction rapide des tissus vivants, sans réaction inflammatoire de ceux-ci. Cette destruction, due aux produits de sécrétion microbienne, est comparable à une digestion.

Les agents pathogènes des processus gangréneux agissent *in vitro* sur les albuminoïdes, les hydrocarbones et aussi, fait moins connu, et que nos expériences nous ont enseigné, sur les graisses [2]. Ils réduisent toutes ces substances en composés plus simples, dont certains sont malodorants, avec dégagement plus ou moins abondant de gaz, hydrogène, acide carbonique, etc.

In vivo leur action est analogue. Ils attaquent les tissus vivants et les décomposent en créant des produits toxiques. Les gaz ne sont qu'un sous-produit de cette transformation. Ils peuvent manquer dans les formes cliniques les plus graves.

Notre expérience, basée sur l'observation d'un peu plus de 500 cas d'infection grave par germes anaérobies et sur de nombreuses expérimentations, nous a montré que l'activité de ces germes s'exerce avec une pré-

---

(1) Séance du 13 novembre 1916.

(2) Voir G. Lardennois et J. Baumel, *Les processus gangréneux tuméfiants et gazeux* (Communication à la Société médico-chirurgicale de la ...e armée, 29 septembre 1916).

dilection toute particulière sur les muscles, et accessoirement sur les capillaires sanguins et lymphatiques.

Injecté sous la peau d'un cobaye, une culture de vibrion septique de faible virulence peut n'être pas pathogène; la même, introduite dans un muscle contusionné peut engendrer la gangrène gazeuse. Le muscle est le terrain d'élection pour l'anaérobie; c'est en fait le lieu de production de la gangrène gazeuse. Aussi les plaies musculaires par projectiles qui meurtrissent et ébranlent le tissu autour de leur trajet se sont montrées à nous, dans certaines conditions, tout particulièrement redoutables, plus redoutables que les plaies articulaires elles-mêmes. Les gros muscles du membre inférieur nous ont fourni les cas de beaucoup les plus nombreux (78 pour 100), et les plus graves (95 pour 100 des morts). Les sujets très musclés et fatigués semblent offrir une prédisposition particulière. Ajoutons que les trois quarts de nos blessés atteints d'infection gangréneuse ne présentaient point de fracture. Enfin s'il s'agissait ordinairement de plaies par éclats d'obus, petits ou moyens, des cas rapidement mortels ont succédé à des blessures musculaires simples par balle, voire par balle de révolver.

L'action myolytique des anaérobies se manifeste d'abord par une tuméfaction locale. Le muscle apparaît gonflé, succulent, peu contractile, friable, se dilacérant facilement et ne saignant pas à la coupe. Il a une teinte verte avec souvent des taches brunes dues à des suffusions sanguines. La tuméfaction est souvent telle que le muscle, une fois l'aponévrose incisée, fait saillie au dehors. Après l'excision chirurgicale des parties sphacélées la brèche musculaire se comble rapidement. Histologiquement le processus correspond à une augmentation de volume de la fibre musculaire elle-même. Celle-ci perd sa striation et son imbibition hémoglobinique normale. Elle ne se colore plus.

Les noyaux du sarcolemme sont multipliés, mais il n'y a pas dans les cas typiques de réaction inflammatoire vraie. En coupe transversale, les champs musculaires irrégulièrement colorés apparaissent doublés et triplés de volume, se comprimant mutuellement. Cette tuméfaction particulière du muscle est un stade précoce de la gangrène. Elle s'accompagne de phénomènes généraux graves. Parfois le sujet est emporté avant qu'on perçoive gaz ou odeur. Plus souvent, il y a évolution vers la gangrène gazeuse typique. La destruction musculaire progresse, on peut la suivre jusqu'à l'infiltration gazeuse diffuse par des *examens radiographiques* successifs.

La tuméfaction musculaire maligne et la gangrène gazeuse s'accompagnent parfois d'œdème assez étendu. Il arrive que cet œdème soit plus

apparent que la lésion musculaire. Il s'agit d'un œdème spécial constitué par une sérosité jaune rougeâtre, fibrineuse. Cet épanchement paraît dû à la destruction des capillaires lymphatiques et sanguins. Cette sérosité contient des globules rouges et pas de leucocytes. Ce n'est pas une sérosité inflammatoire. Par contre, elle est infectante, l'inoculation au cobaye et, suivant le cas, au lapin entraîne souvent une septicémie gangréneuse. L'abondance des suffusions sanguines donne parfois un aspect particulier : « l'érysipèle bronzé ».

Les germes ordinaires de ces processus gangréneux sont : le vibrion septique, le perfringens, et aussi un streptocoque anaérobie facultatif, complice redoutable de l'un des précédents ou des deux à la fois. Des auteurs ont récemment décrit divers germes différenciés par eux du perfringens. Ces germes semblent, sur certains champs de bataille, du fait de conditions telluriques particulières et de la souillure progressive du sol, avoir acquis une virulence plus grande. L'association vibrion septique + perfringens et surtout l'association vibrion septique + perfringens + streptocoque entraîne une histolyse plus rapide et une gravité particulière. Nous l'avons vérifié expérimentalement.

Dans les cas les plus nombreux (41 sur 48), nos hémocultures assez précoces ont été négatives. L'infection gangréneuse maligne entraîne donc au début le plus souvent une toxémie et non, comme on l'a dit, une septicémie. Les germes ne passent dans le sang que plus ou moins tardivement. *La toxémie frappe le bulbe, mais jusqu'à la fin respecte le cerveau.*

Lorsqu'une intervention appropriée a enrayé la marche d'une gangrène grave, il arrive qu'après un répit de quelques jours s'installe une *septicémie à streptocoques aérobies* procédant sans doute de ces streptocoques anaérobies facultatifs dont nous avons parlé. Ces septicémies sont particulièrement rebelles et graves.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la recherche des bacilles tuberculeux dans les expectorations et les divers liquides de l'organisme, et sur la recherche des fibres élastiques.* Note [1] de M. **H. Bierry**, présentée par M. A. Dastre.

J'ai précédemment indiqué un procédé de recherche des bacilles tuberculeux dans les expectorations [2], qui consiste à homogénéiser d'abord ces expectorations, puis à y déterminer la formation d'un précipité capable

(1) Séance du 13 novembre 1916.
(2) *Comptes rendus*, t. **163**, 1916, p. 110.

d'entraîner, par centrifugation, les bacilles disséminés dans la masse visqueuse.

La liquéfaction des crachats est obtenue, par addition d'hypochlorite de soude en quantité très faible et de soude diluée, à une température voisine de 35°-40°. Au mélange, on ajoute goutte à goutte de l'acide acétique dilué jusqu'à réaction légèrement acide et l'on provoque ainsi l'apparition d'un précipité qui se dépose rapidement par centrifugation, et qui renferme sous un petit volume, en outre des bacilles de Koch, de la mucine, des nucléoprotéides et des alcali-albumines (1).

Cette technique, légèrement modifiée, permet également de déceler les bacilles tuberculeux dans le sang, les exsudats et les transsudats séreux, le liquide céphalo-rachidien, les liquides purulents, le lait, etc. Les diverses expériences, entreprises à ce sujet, ont consisté d'abord à retrouver dans le sang, les exsudats, etc., de très petites quantités de bacilles tuberculeux qu'on y avait précédemment introduit, puis à rechercher et déceler les bacilles de Koch dans différents liquides provenant de malades présentant des formes diverses de tuberculose avérée.

Voici le mode opératoire suivi pour le sang, les exsudats pleuraux, le liquide céphalo-rachidien, mode opératoire applicable, à quelque variante près, aux autres liquides de l'organisme. On peut opérer avec un matériel stérile.

SANG. — Recueillir 1^{vol} de sang (10^{cm^3} à 15^{cm^3}) dans 1^{vol} de solution de soude (NaOH à 1 pour 100) :

---

(1) J'ai pu au cours de nombreuses analyses (plus d'un millier), en appliquant cette méthode, simplifier le mode d'homogénéisation et d'obtention du précipité : A 1^{vol} de crachats, ajouter 1^{vol} de solution de soude (NaOH à 1 pour 100) et de l'eau de Javel (1 goutte pour 5^{cm^3} de crachats), chauffer à 35°-40°. La dissolution se fait très vite. On peut également abandonner le mélange à la température du laboratoire pendant 10 et 20 heures et chauffer ensuite à 40°, pour obtenir une homogénéisation excellente. Quand l'homogénéisation est complète, on ajoute à 1^{vol} de mélange, 1^{vol} d'eau distillée si l'on a affaire à des crachats muqueux, et 3^{vol} d'eau distillée s'il s'agit de crachats épais nummulaires (avec un peu d'habitude on arrive facilement à obtenir, sans avoir besoin de mesure précise, des liquides de densité et de viscosité convenables). Verser la liqueur dans un récipient en verre, bouché au caoutchouc, et l'additionner, goutte à goutte et en agitant, d'acide acétique dilué au $\frac{1}{30}$, de façon à *obtenir un léger précipité très divisé*. Centrifuger et opérer comme il a été indiqué dans les *Comptes rendus*.

J'ai été aidé dans ces nombreuses analyses par MM. Angibeau et Durain, attachés au laboratoire.

1° Homogénéiser en chauffant à 35°-40°. A 1^{vol} de mélange, ajouter 3^{vol} d'eau distillée; verser le tout dans un récipient cylindrique en verre muni d'un bouchon de caoutchouc.

2° Faire tomber dans la liqueur goutte à goutte et en agitant de l'acide acétique au $\frac{1}{100}$; chaque goutte d'acide détermine l'apparition d'un précipité qui se redissout par agitation; continuer jusqu'à formation d'un *très léger précipité permanent.*

3° Verser le liquide ainsi traité dans les tubes du centrifugeur. Centrifuger, décanter et recueillir le liquide surnageant, étaler le culot sur lames.

4° Ajouter au liquide décanté de l'acide acétique au $\frac{1}{100}$ jusqu'à formation de précipité. Centrifuger à nouveau et préparer des lames avec le second dépôt.

5° Les lames préparées avec les deux culots de centrifugation sont placées sur la platine chauffante. Chauffer chaque lame lentement, puis étaler avec une autre lame le culot épaissi en couche mince et uniforme (c'est le temps délicat de l'opération). La préparation prend *l'aspect du verre vernissé.*

6° Fixer, colorer par la méthode de Ziehl-Neelsen pour éliminer les acido-résistants. Verser la liqueur de Ziehl non pas directement sur la lame de verre, mais sur une petite feuille rectangulaire de papier buvard placée sur la préparation.

Exsudat de la plèvre. — Recueillir 1^{vol} (10^{cm^3} à 15^{cm^3} d'exsudat séro-fibrineux) dans 1^{vol} de solution de soude NaOH à 1 pour 100. Homogénéiser à 35°-40°. Additionner le mélange goutte à goutte et en agitant, d'acide acétique dilué au $\frac{1}{100}$, jusqu'à formation d'un *léger précipité permanent* (on peut aussi employer l'acide trichloracétique au $\frac{1}{200}$). Centrifuger et continuer comme précédemment.

La mise du culot de centrifugation sur lames est assez délicate, elle doit se faire sur lames légèrement chauffées. La préparation *prend l'aspect du verre dépoli.*

Liquide céphalo-rachidien. — Recueillir 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de liquide dans 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de solution de soude NaOH à 1 pour 100. Homogénéiser. Ajouter ou non suivant la teneur en albumine [1] 1^{vol} d'eau distillée. Continuer comme précédemment.

Dans tous les cas le précipité renfermant les bacilles de Koch peut être facilement lavé avec de l'eau physiologique stérile; il est assez fin pour pouvoir être injecté au cobaye avec une aiguille de seringue de Pravaz.

Fibres élastiques. — Les fibres élastiques, dont la présence dans les crachats indique une destruction du parenchyme pulmonaire, sont conservées intactes après ces manipulations. Il est facile de procéder à leur recherche, en même temps qu'à celle des bacilles tuberculeux, sur les lames préparées et colorées au Ziehl-Neelsen.

---

(1) Le liquide céphalo-rachidien normal ne contient ni fibrinogène, ni sérumalbumine; il ne renferme que des traces d'albuminoïdes représentés surtout par des globulines, mais le liquide céphalo-rachidien obtenu par ponction, chez des malades atteints de méningite tuberculeuse, est assez riche en albumine.

La recherche des bacilles tuberculeux peut également se faire dans les liquides dépourvus d'albumine; il suffit alors de leur ajouter du sérum sanguin, dilué et préparé comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, 1er avril 1916). C'est ainsi que j'ai pu, en utilisant ce procédé, pratiquer la recherche du bacille de Koch dans des poussières émulsionnées avec de l'eau contenant du sérum sanguin.

En résumé, cette technique peut être employée pour la recherche des bacilles tuberculeux non seulement dans les expectorations, mais dans les divers liquides de l'organisme.

A 15 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

SUR LES ÉTABLISSEMENTS AGRICOLES DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES; CE QU'ILS SONT, CE QU'ILS DEVRAIENT ÊTRE.

(Rapport de la Commission d'action extérieure de l'Académie des Sciences : MM. Jordan, *président;* d'Arsonval, Lippmann, Émile Picard, Haller, A. Lacroix, Le Chatelier; Tisserand, *rapporteur*.)

1. L'agriculture est assurément l'une des industries les plus importantes de notre pays.

Elle met en œuvre les 46 millions d'hectares cultivables de notre territoire. Le nombre des exploitations agricoles, grandes et petites, dépasse 3 millions et demi, et celui de ses travailleurs (propriétaires exploitants, fermiers, métayers, laboureurs et journaliers), avec leurs femmes et leurs enfants, approche de 18 millions de personnes.

Sa production annuelle était déjà, à la fin du siècle dernier, de 17 milliards et demi de francs; d'après les évaluations de 1913, elle aurait atteint près de 19 milliards.

Enfin, on peut dire que c'est la population rurale qui fournit à l'armée le plus de soldats et, qui plus est, les soldats les plus solides et les plus résistants.

On comprend dès lors combien grosse de conséquences est, pour l'avenir et la puissance de la France, la plus minime amélioration se répercutant sur des millions d'hectares et des millions d'individus.

2. L'agriculture française a déjà fait de notables progrès, puisqu'elle est arrivée à produire, à peu de chose près, de quoi suffire normalement aux besoins de la population en pain et en viande; on doit reconnaître néan-

moins, si l'on compare ses rendements par hectare à ceux des principales contrées qui nous avoisinent, qu'elle n'a pas réalisé et de beaucoup tout ce que le sol national est susceptible de donner.

Il faut non seulement ramener à la terre ceux qui la désertent pour les espérances si souvent décevantes du séjour à la ville, mais encore accroître la population de nos campagnes pour augmenter les forces vives du pays et en particulier celles de l'agriculture; or, pour cela, il est de toute nécessité de développer largement la production agricole.

Cette solution doit être au premier plan de nos préoccupations; elle s'impose d'autant plus aujourd'hui que nous avons à relever les ruines qui couvrent nos campagnes, à réparer les effroyables pertes de notre population et à panser les horribles plaies de la formidable guerre que l'odieuse kulture allemande nous a imposée.

Les Pouvoirs publics s'occupent de la reconstitution de notre cheptel, de la réfection de notre outillage et des remèdes à apporter à la crise de la main-d'œuvre, dont l'agriculture et toutes les industries souffrent cruellement et continueront à souffrir après la guerre.

Mais combien d'autres mesures sont à prendre tant par l'État que par l'initiative des associations agricoles et des corps scientifiques, au premier rang desquels l'Académie des Sciences doit prendre place.

Tout notre système d'encouragement, d'enseignement agricole et de recherches agronomiques est à reprendre de la base au sommet, pour l'approprier aux conditions nouvelles et le rendre plus efficace.

3. Il est surabondamment prouvé que les pays qui ont fait le plus de progrès et qui obtiennent de leur sol les plus riches moissons sont ceux qui ont multiplié chez eux les établissements de recherches et d'enseignement de l'ordre le plus élevé et préparé leur population rurale, par une solide instruction préalable, à les apprécier, à les accepter et avoir pleine confiance dans la Science.

Le programme que nous avons à suivre est dès lors tout tracé. Nous nous bornerons dans cette Note à rechercher, quant à présent, ce qu'il nous faut faire en ce qui concerne les établissements d'expérimentation d'ordre scientifique relevant des services agricoles, à savoir les *stations agronomiques et les laboratoires spéciaux*.

Notre objectif doit être, avons-nous dit, d'accroître la production agricole de la France et de mettre celle-ci au niveau qu'elle doit avoir.

Les problèmes qu'il comporte sont multiples et variés et pour les

résoudre il est indispensable d'avoir recours à l'aide de toutes les branches de la Science.

Cette multiplicité des connaissances exigées, jointe à la nécessité de plus en plus pressante de faire progresser l'art agricole, a amené tous les pays civilisés à chercher les moyens d'y satisfaire.

On a créé dans ce but, un peu partout, des laboratoires soit dans des fermes, soit au Muséum national d'Histoire naturelle, soit encore dans les universités, dans les académies et dans les principales écoles agronomiques.

A l'origine ce furent des savants, et non des moindres, qui prirent l'initiative de les organiser.

Ce fut à la fin du XVIIIe siècle Lavoisier qui introduisit, dans son domaine de Fréchines, sa puissante méthode d'expérimentation pour l'étude des phénomènes de la végétation des plantes cultivées, et il réussit, puisqu'il parvint à accroître notablement le revenu de sa terre.

Plus tard un grand agronome, Mathieu de Dombasle, chercha à suivre les traces du fondateur de la Chimie moderne, dans l'exploitation de la ferme de Roville, près de Nancy, où il découvrit le procédé de la diffusion pour l'extraction du sucre contenu dans la betterave.

Puis Boussingault fit de la ferme de Bechelbronn, en Alsace, le centre de ses mémorables recherches sur les végétaux et sur les animaux domestiques.

Au milieu du XIXe siècle, Liebig à l'Université de Giessen (duché de Hesse), Stöckhardt en Saxe, Lawes et Gilbert en Angleterre, s'inspirant des travaux des savants français, créèrent à leur tour des laboratoires de recherches et ouvrirent de nouvelles voies à l'agriculture.

Audouin, dans le même temps, découvrait au Muséum d'Histoire naturelle, par une étude attentive des mœurs de l'insecte, le moyen pratique de détruire la pyrale qui ravageait les vignes de la Bourgogne; Duchartre démontrait que, pour sauver le vignoble français et échapper au désastre dont le menaçait l'oïdium, il fallait recourir au soufrage de la plante; Baudement, un aide-naturaliste du Muséum, devenu professeur à l'ancien Institut agronomique, puis au Conservatoire des Arts et Métiers, devenait le fondateur de la Zootechnie moderne, en indiquant les méthodes rationnelles à suivre pour alimenter les animaux et perfectionner nos races domestiques.

Je ne puis omettre de citer encore les signalés services rendus par les Becquerel, par Naudin, Blanchard, Georges Ville, Deherain, Cornu et bien

d'autres, au Muséum national d'Histoire naturelle, dont l'enseignement fut spécialement créé par la Convention en 1793, pour l'étude des moyens propres à faire progresser l'agriculture et l'industrie.

Ai-je besoin enfin de rappeler ici les immortelles découvertes de Pasteur sur la pébrine du ver à soie, sur le charbon des espèces bovine et ovine, sur la rage, sur le vin, sur la bière, etc., et celles de ses savants continuateurs, découvertes qui eurent pour résultat d'éviter à l'agriculture des pertes se chiffrant par centaines de millions, de doter la viticulture, la brasserie, la vinaigrerie de méthodes de travail inestimables et de sauver combien de vies humaines!

Sans nous attarder par plus de citations qu'il nous serait facile de multiplier, nous pouvons proclamer hautement que tous les grands progrès réalisés dans le domaine de l'agriculture ont eu pour point de départ les travaux et les découvertes de la science.

La vulgarisation des merveilleux résultats ainsi obtenus a eu pour conséquence la création, par les Gouvernements, et la multiplication des stations agronomiques et des laboratoires spéciaux. Au commencement de ce siècle on en comptait une vingtaine dans le Royaume-Uni, une cinquantaine en Allemagne et Autriche, 21 en Russie, plusieurs en Hollande et dans les pays scandinaves. L'Italie en avait organisé pour la sériciculture et la viticulture. Il y en avait même dans l'Extrême-Orient.

En France nous en avions 47 et les États-Unis 55.

Le nombre de ces établissements a depuis continué à s'accroître en Europe, en Amérique, en Australasie et au Japon. Ils se sont surtout propagés de remarquable façon aux États-Unis où ils ont pris le caractère d'une institution d'État.

4. L'organisation des stations agronomiques aux États-Unis mérite d'être signalée.

Une loi spéciale (*Hatch Act*, 1887) a décidé qu'il serait prélevé sur le prix de la vente des terres nationales les sommes nécessaires pour fonder et entretenir une station agronomique par État confédéré.

Cette même loi a défini minutieusement le rôle que ces établissements ont à remplir : ils doivent se consacrer entièrement aux recherches scientifiques pour tout ce qui intéresse l'agriculture de l'État où chacun d'eux est situé. Ils disposent à cet effet de laboratoires, de serres, d'étables, d'écuries, de jardins, de champs d'expériences, de fermes même, pour les études de

physiologie végétale et animale, de botanique, de zoologie, de géologie, de génie rural, de mécanique, de zootechnie, etc. que comportent leurs travaux.

Pour accomplir la tâche qui leur est dévolue, les stations des États-Unis possèdent un personnel approprié à la nature et à l'importance des recherches qu'elles ont à faire; chacune d'elles a un directeur de grande notoriété et, autant qu'il lui en faut, de chefs de service, de techniciens et de préparateurs; elle dispose ainsi de 8, 10, 20 agents de toutes spécialités et souvent plus, suivant les besoins, de sorte qu'elle représente une sorte de ruche vivante, un groupement d'hommes de science, tous poursuivant avec ardeur, sans compter avec leur temps et leurs peines, le même but commun : le progrès de l'agriculture dans toutes les branches de son activité.

Dans les 53 stations qui étaient en plein fonctionnement il y a quelques années et dont nous possédons le décompte, le personnel comprenait :

Chimistes	148
Botanistes	52
Entomologistes	48
Bactériologues	20
Biologistes	7
Physiciens	7
Géologues	5
Agronomes	68
Zootechniciens	9
Vétérinaires	26
Horticulteurs	77
Météorologistes	17

On y comptait encore suivant les cas des hydrauliciens pour les irrigations, des professeurs de mécanique, etc.

Ce nombreux personnel était réparti entre les diverses stations à raison des sciences spéciales à appliquer dans chacune d'elles.

Pour assurer l'existence de ce grand service, l'*Act Hatch* accorde à chaque station une somme de 75000^{fr} par an qui doit être affectée exclusivement aux recherches et expériences; la loi est formelle à cet égard.

A cette somme s'ajoutent la subvention obligatoire de l'État fédéral où est installée la station, des dons et legs, la participation des associations agricoles et le produit des analyses et expertises faites par l'établissement, ainsi que celui qui provient de la vente des produits des serres, jardins, champs d'expériences et fermes en dépendant.

Ces ressources accessoires, qui servent à payer les frais d'administration et d'entretien, correspondent en moyenne au tiers de l'allocation du trésor fédéral, de sorte que les fonds qui sont à la disposition de chaque station atteignent pour le moins une centaine de mille francs par an ([1]).

Avec de pareilles sommes, les stations peuvent rémunérer largement leur personnel et assurer à celui-ci une situation qui lui permet de se consacrer aux recherches et de se livrer aux expériences, quelque coûteuses fussent-elles.

Elles ont un Conseil local qui s'occupe de leur gestion et de leur activité.

Le Congrès a voulu qu'elles fussent de plus reliées entre elles et que leur fonctionnement fût contrôlé par une autorité supérieure de haute compétence. Il a créé à cet effet, près du Ministère de l'Agriculture à Washington, un service scientifique central (Office of Experiment Stations) chargé de suivre leurs travaux, de les guider, de veiller au bon emploi des ressources dont elles disposent; d'examiner et de régler leur budget.

L'Office préside à la création et à l'organisation de toute station nouvelle; il choisit le personnel, reçoit les rapports de chaque station et statue sur leur publication; il redresse au besoin leurs procédés d'analyses ou d'expérimentation et indique les recherches à faire dans l'intérêt général; il propose les réformes et améliorations à introduire dans l'organisation des stations ou dans la composition de leur personnel; il veille en un mot à ce que chaque station rende le maximum de service et fasse un emploi utile de ses ressources.

Il a en outre pour mission de publier : 1° une revue mensuelle (*Experiment Station Record*) faisant connaître par une courte analyse toutes les publications nationales et étrangères, de nature à intéresser le personnel des stations;

2° Un bulletin mensuel (*Journal of Agricultural Research*) pour tenir les stations au courant des plus hautes applications qui ont été faites de la Science à l'Agriculture.

L'*Annuaire* du Ministère de l'Agriculture, qui est tiré à 500 000 ou 600 000 exemplaires, rend compte en outre chaque année des travaux effectués dans

---

([1]) Les fonds dont disposent actuellement les 63 stations agronomiques américaines ont été considérablement augmentés par suite de travaux importants qui leur ont été imposés (irrigation, « Dry farming », machines, étude physique et chimique des sols et sous-sols des territoires, etc.). Ils se sont élevés en 1912 à 19 277 731^{fr}. Le personnel comprend 1567 agents.

le courant de l'année écoulée par les diverses stations. C'est là un stimulant qui encourage les chercheurs et entretient l'activité de tout le personnel.

L'Office des stations a à sa tête un directeur et, comme collaborateurs, dix chefs de service, tous de compétence éprouvée, savoir : un météorologiste, un zootechnicien, un botaniste, un chimiste, un technologiste, un agronome, un entomologiste, un biologiste, un géologue, un statisticien.

Un bibliothécaire et des commis complètent ce personnel.

Le Conseil relève du Ministère de l'Agriculture. Un budget annuel de 175000^{fr} sert à couvrir ses dépenses.

Le Service des Stations agronomiques des États-Unis, organisé comme nous venons de l'exposer, a fait ses preuves ; il a donné les meilleurs résultats et contribué puissamment au développement de l'agriculture de tout le territoire des États-Unis.

5. En France nous avons à peu près autant, sinon plus de stations agronomiques que les États-Unis, si nous y comprenons les laboratoires spéciaux de recherches ; mais l'organisation de nos établissements diffère totalement de celle des leurs.

Nos stations sont réparties très inégalement à la surface de notre territoire : il y a de grandes régions agricoles qui n'en ont pas, alors que certaines en ont plusieurs.

Elles ne sont rattachées par aucun lien entre elles, ni à une direction unique, ni à une station centrale ; il n'existe pas de Conseil ayant pour tâche de veiller à leur fonctionnement, de contrôler leurs dépenses et surtout d'assurer le recrutement de leur personnel.

Elles sont généralement toutes spécialisées pour une seule branche de l'industrie agricole et ont par suite chacune un personnel réduit à un directeur assisté d'un ou deux préparateurs.

Elles ont des origines variables ; les unes, ce sont les plus importantes, sont installées dans les grandes écoles d'agriculture et appartiennent à l'État ; les autres sont des établissements qui, créés par des départements, des villes, des associations agricoles et même des Facultés, sont subventionnés par l'État.

6. Les crédits qui figurent au budget voté par le Parlement pour l'exercice 1913 s'élèvent à la somme totale de 339700^{fr} ainsi répartie :

1° Stations relevant de la Direction de l'Agriculture, 124300^{fr}, soit 5636^{fr} en moyenne par station ;

2° Stations dans les attributions des services scientifiques et de la répression des fraudes, 207600^{fr}, soit 9000^{fr} en moyenne par station;

3° Station relevant de la Direction générale des Forêts, 7800^{fr}.

Ajoutons à cela que les subventions votées par les Conseils généraux, par les municipalités et les associations agricoles, contrairement à ce qui se passe dans d'autres pays, sont de minime importance et à peu près négligeables, ce qui est fâcheux, car c'est un signe évident du peu d'intérêt qu'on attache aux recherches agronomiques.

On peut juger par là combien sont insuffisants les crédits alloués à nos stations, pour une juste rémunération du personnel et pour faire face aux frais d'expériences, d'installations, d'achat de mobilier et de matériaux que comporte l'étude scientifique des végétaux, des animaux et des problèmes multiples de l'outillage agricole et de ceux que soulèvent nos industries annexes.

Il suit de là que, pour pouvoir vivre, les stations françaises sont forcées de limiter le champ de leurs investigations, de renoncer aux recherches qui exigent quelques dépenses d'installation et de matériel, et que le personnel doit rechercher, au dehors, des fonctions qui assurent son existence et celle de sa famille, mais qui absorbent, au détriment de la station, la plus grande partie de son temps et de sa capacité de travail.

C'est malheureusement le cas de la plus grande partie de nos stations agronomiques, aussi leur rendement en services scientifiques va-t-il en diminuant jusqu'à devenir à peu près nul. Il n'y a guère que les stations d'entomologie et de pathologie végétale dans les services des épiphyties sous la direction de M. Roux, la Station d'essais de semences dirigée par M. Schribaux et la Station d'essais des machines agricoles dirigée par M. Ringelmann qui arrivent à faire des travaux d'un très réel intérêt.

Ce n'est pas, en définive, le nombre de nos établissements qui fait défaut, il y en a peut-être trop puisqu'il en résulte qu'on ne peut donner à chacun d'eux qu'une poussière de subvention!... Et cependant nous n'avons pas encore de station de recherches pour la physiologie animale et la zootechnie qui soulèvent tant de problèmes de haute importance sur l'alimentation des animaux, sur la production des forces animées et des multiples industries agricoles, sur l'amélioration des races bovine, ovine et porcine, etc.

C'est l'organisation de ces établissements, leur dotation financière et le mode de recrutement de leur personnel qui laissent à désirer et auxquels il faut porter remède si l'on veut en obtenir un bon rendement.

Pour la question d'argent, la solution est facile, le Parlement étant

toujours disposé à venir en aide à l'agriculture et à lui donner les moyens, quand ils sont reconnus nécessaires, de développer sa production; elle serait surtout facile si l'on pouvait se décider à se contenter de n'avoir, par région agricole bien définie, qu'une station solidement constituée et groupant les spécialités les plus importantes de la région.

Pour le personnel, les difficultés sont plus grandes, mais elles ne sont nullement insurmontables.

On ne doit pas oublier que la valeur des services des établissements dont nous nous occupons dépend avant tout et par-dessus tout de la qualité de leur personnel et du travail que celui-ci leur consacre. Il importe donc que le personnel soit composé d'hommes offrant toutes les garanties de compétence, d'autorité et de dévouement; pour cela il faut qu'il soit rémunéré à sa valeur.

Il faut que le directeur et les chefs de service soient choisis par un corps d'élite et non pris arbitrairement ou au concours, mode de choix qui a l'inconvénient grave d'écarter les hommes mûrs de haute valeur scientifique et ayant déjà acquis de la notoriété.

Le Muséum d'Histoire naturelle, les Facultés des sciences et les institutions de haut enseignement d'agriculture ou autres et une station agronomique centrale doivent de leur côté préparer et former la pépinière dans laquelle les stations pourront trouver l'armée des travailleurs scientifiques dont elles ont besoin pour donner à leurs travaux toute l'ampleur désirable.

Il serait même bon que les portes des stations elles-mêmes fussent largement ouvertes aux jeunes gens de nos écoles ou des Facultés, ou encore du Muséum, quand ils sont désireux d'y accroître leur instruction au contact des maîtres ou d'embrasser la carrière ouverte par les stations; pour les attirer et exciter leur émulation, on pourrait même leur donner une légère rémunération.

Enfin les laboratoires, les champs d'expériences, les étables d'expérimentation, etc. devraient être accessibles à tous ceux qui auraient des recherches à faire dans un but déterminé.

En Danemark, les établissements scientifiques qui ont des études à poursuivre sur la grande culture, sur les animaux domestiques, sur les machines, etc., trouvent toujours aisément des agriculteurs disposés à mettre à leur service tout ou partie de leur exploitation, pour leurs expériences; ils tiennent à honneur de collaborer aux travaux des savants et à leur donner toute l'assistance dont ils ont besoin.

En France, nos stations devraient suivre cet exemple; elles trouveraient

partout aujourd'hui des agriculteurs éclairés et tout aussi heureux que les Danois de leur donner un intelligent concours. Ce serait une simplification et une grande économie pour certaines recherches exigeant de grands espaces et de nombreux animaux.

C'est ainsi que, sans grands frais, la pratique peut contribuer aux travaux de la Science.

Je ne puis m'empêcher encore de rappeler un conseil que j'ai donné il y a bien des années aux directeurs de nos stations, à savoir de se mettre en rapport avec le monde rural en profitant une fois par an des grandes réunions agricoles de leur région pour exposer leurs travaux et en faire connaître les résultats.

Il faut le faire sous forme de causerie familière et sans grand apparat, de façon à inspirer confiance aux auditeurs, à provoquer leurs observations et à savoir leurs desiderata sur les questions qu'ils voudraient voir élucider.

C'est là un moyen facile de propager le progrès et d'amener le monde rural à s'intéresser à l'œuvre des stations.

Comme je l'ai dit plus haut, nos stations agronomiques n'ont pas de lien entre elles; elles existent sans se connaître, sans contact les unes avec les autres; elles s'ignorent et restent dans l'isolement.

Il faut établir ce lien pour leur donner plus de cohésion, plus d'unité, plus de vitalité. Les fonctionnaires des stations, en se réunissant de temps à autre, pourraient échanger leurs idées, s'entretenir de leurs travaux respectifs, de leurs procédés et profiter mutuellement de leur expérience. Il faut, d'autre part, qu'il y ait une publication spéciale qui fasse connaître leurs recherches, qui les stimule, les oblige à donner signe de vie et à travailler!

7. A la tête de toute organisation une direction unique, permanente et compétente est indispensable. C'est le cas d'appliquer ce principe aux stations et laboratoires spéciaux.

Ces établissements doivent absolument avoir une certaine autonomie; il importe que les maîtres qui leur consacrent leur vie et leur science aient la liberté de leurs mouvements et puissent se livrer de leur initiative propre aux travaux et recherches pour lesquels ils se croient les plus aptes, mais c'est à condition toutefois de travailler et de produire.

Il faut qu'en regard de cette liberté d'action il y ait, dans l'intérêt même de l'institution, un Conseil permanent d'une compétence et d'une autorité incontestées, qui soit chargé de coordonner les efforts des stations,

de leur donner le mouvement, de les contrôler et de faire le choix de leur personnel en dehors de toute influence extérieure et au-dessus de toute préoccupation étrangère au bon et fructueux fonctionnement de l'institution.

Ce Conseil, qui pourrait prendre le nom de *Conseil supérieur des stations agronomiques et des laboratoires spéciaux*, me semble, à raison des fonctions importantes qui lui seraient dévolues, devoir être composé : de membres de l'Académie des Sciences, de membres de l'Académie d'Agriculture et de professeurs de l'Institut national agronomique qui, eux aussi, devraient être désignés par l'Académie des Sciences comme ceux de toutes les écoles de haut enseignement.

Un tel Conseil représenterait toutes les spécialités qui rentrent dans les attributions des stations et laboratoires spéciaux et, quant à son autorité, elle serait au-dessus de toute contestation possible.

8. Conclusions.

En résumé, nous estimons que l'organisation des stations agrononiques et des laboratoires spéciaux de recherches doit être revisée pour donner à ces établissements plus d'ampleur, plus de cohésion, une vitalité plus grande, une existence plus féconde et, pour combler les lacunes que présente actuellement l'institution :

1° Il convient d'abord d'en définir le rôle : les *stations agronomiques* sont des établissements de recherches de sciences pures et de sciences appliquées ; elles s'occupent de toutes les questions qui intéressent l'agriculture du pays et travaillent à en favoriser le progrès. Elles forment des groupements de savants et de techniciens.

Les *laboratoires spéciaux* ont le même but, mais sont spécialisés en vue de recherches et d'études sur une seule branche de l'agronomie.

Les stations agronomiques et les laboratoires spéciaux doivent consacrer tout le temps de leur personnel aux recherches scientifiques et tous leurs fonds, y compris les ressources provenant des travaux effectués pour les particuliers, aux recherches, aux installations et au matériel de leurs laboratoires et de leurs champs d'expériences.

Ces établissements pourront se livrer à des analyses de sol, d'eaux, d'engrais, de denrées alimentaires, fourragères ou autres; à des expertises ou à des recherches d'intérêt privé, à la demande de particuliers ou d'associa-

tions agricoles, tous travaux rémunérés d'après un tarif homologué; mais c'est à condition que ce soit, quand ces travaux ont quelque importance, dans un local distinct et avec un personnel particulier autre que celui qui est affecté aux recherches scientifiques et aux études d'ordre public.

Les fonds provenant de ces travaux ne pourront pas servir à améliorer les traitements ou indemnités que recevra le personnel.

2° Les stations agronomiques et les laboratoires spéciaux doivent être des établissements autonomes, sous réserve de leur subordination à un Conseil supérieur dont la composition et le rôle sont définis plus loin.

3° Il est indispensable de développer ou de créer dans la région parisienne ou dans son voisinage une station centrale complète, avec des laboratoires spéciaux, lesquels seraient chargés des études d'un caractère *strictement scientifique*, pouvant intéresser l'ensemble du pays, ou d'une envergure trop considérable pour être effectuées utilement dans les stations régionales.

4° Il est désirable qu'indépendamment des stations centrales établies dans la région parisienne, il y ait autant que possible une station agronomique par grande région agricole de façon à concentrer dans un même établissement toutes les ressources affectées aux études intéressant chaque région.

Il est nécessaire que les lacunes existant actuellement pour les recherches de grande envergure soient comblées (stations zootechniques, stations de machines et de génie rural, etc.).

5° Des stations agronomiques et des laboratoires spéciaux peuvent être installés dans toute localité possédant une spécialité d'un intérêt particulier (œnologie, sériciculture, oléiculture, etc.).

6° Les stations agronomiques et les laboratoires spéciaux ne devraient être créés qu'autant qu'ils seraient pleinement assurés d'avoir les ressources indispensables pour accomplir leur tâche entière.

Les Conseils généraux des départements, les municipalités et les associations agricoles devraient concourir à leur entretien au moyen de subventions annuelles.

7° Ces établissements devraient avoir la personnalité civile pour pouvoir disposer de leurs produits et recevoir des dons et legs.

8° Ils devraient être accessibles, dans des conditions déterminées par le Conseil supérieur, à toutes les personnes qui seraient désireuses de s'instruire en collaborant aux travaux des maîtres ou de faire des recherches particulières dans le domaine de l'agronomie.

9° Il est de toute nécessité, dans l'intérêt de l'Institution, qu'un Comité spécial, sous le nom de *Conseil supérieur des stations agronomiques et des laboratoires spéciaux de recherches*, soit créé à Paris.

. . . .

. . . .

Ce Conseil aurait pour mission :

a. De veiller au bon fonctionnement des stations et laboratoires; de les guider et orienter dans la voie assignée à leurs efforts, de régler leur budget et de s'assurer du bon emploi des fonds mis à leur disposition.

b. De donner son avis sur les améliorations et les réformes à introduire dans les méthodes de recherches et dans l'administration de chaque établissement et de provoquer au besoin les recherches à faire dans l'intérêt des diverses branches de l'agriculture.

c. D'examiner les demandes de création d'établissements nouveaux et de statuer sur leur organisation.

d. De choisir le personnel des directeurs et des chefs de services ou de travaux des stations agronomiques et des laboratoires de recherches.

Les nominations seraient faites d'après les listes qu'il présenterait.

Il proposerait au Ministre les récompenses, les avancements, les mutations et les renvois.

e. Il favoriserait la réunion du personnel des stations et laboratoires en assemblée générale une fois tous les deux ans au moins, aux époques indiquées par lui, pour s'occuper des améliorations désirables et des questions qui lui seraient soumises par le Gouvernement ou par le Conseil supérieur.

f. Il pourrait déléguer un ou plusieurs de ses membres pour visiter ceux des établissements qu'il jugerait nécessaire.

g. Le Conseil supérieur rendrait compte, dans un rapport annuel, des travaux effectués, des résultats obtenus pendant l'année écoulée et de l'emploi des fonds.

h. Enfin, il dirigerait la publication d'un *Bulletin mensuel des stations agronomiques et des laboratoires spéciaux* et de notices pratiques destinées aux agriculteurs.

Le bulletin, en outre de la reproduction des rapports de ces établissements, dont la publication serait reconnue utile, donnerait l'analyse sommaire des Mémoires, livres, brochures et documents parus dans tous les

pays du monde et dont la connaissance serait de nature à éclairer et à intéresser le personnel des stations et laboratoires.

10° Telles sont les bases essentielles sur lesquelles nous désirerions voir établir l'institution de nos établissements de recherches dans l'intérêt de la prospérité de l'agriculture et pour le bien de la France.

Nous n'insistons pas sur l'importance du rôle que peut et doit jouer la Science pour le relèvement de notre agriculture et sur la grandeur de la tâche dévolue aux stations pour le progrès agricole.

Telle est l'immensité des intérêts en jeu que pour donner une idée, même incomplète, des résultats à espérer, nous ne citerons qu'un seul chiffre :

Que grâce aux travaux et aux découvertes de la Science et à une pratique éclairée pour les appliquer, on obtienne une bien minime augmentation de nos récoltes, une augmentation par exemple de 100^{kg} sur le rendement du blé par hectare [1], et nous produirons en plus par an 625 millions de kilogrammes de grain valant près de 200 millions de francs et pouvant nourrir un supplément de population de 2 millions au moins d'habitants.

De tels résultats, pour une seule culture et leur répercussion certaine sur les millions d'hectares des autres cultures, sont bien faits, on en conviendra, pour justifier les efforts que nous demandons à nos gouvernants, à nos savants et à nos agriculteurs.

Après discussion, l'Académie approuve les conclusions de ce rapport.

La séance est levée à 17 heures et demie.

G. D.

---

(1) La France a produit par hectare (moyenne des 10 années qui ont précédé la guerre) 1350^{kg} de blé; pendant l'année 1913 l'Angleterre en a donné 2600^{kg}, la Belgique autant, la Hollande 2400^{kg}, la Suisse 2200^{kg} et le Danemark 3200^{kg}. Comme on peut en juger, ce n'est pas de 160^{kg} par hectare qu'il faudrait demander le relèvement de nos 6 à 7 millions d'hectares cultivés en blé, mais de 500^{kg} à 600^{kg} au grand minimum.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE JUILLET 1916 (*suite et fin*).

L'œuvre sismologique de J. Milne, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE. Extrait de la *Revue des questions scientifiques*, avril 1914. Louvain, Ceuterick, 1914; 1 fasc. in-8°.

Las voces del Coloso de Memnon ante la Sismologia, por F. DE MONTESSUS DE BALLORE. Extrait de la *Revista Chilena de Historia y Geografia*, t. XVIII. Santiago de Chile, Imprenta universitaria, 1916; 1 fasc. in-8°.

Bibliografia general de temblores y terremotos, por F. DE MONTESSUS DE BALLORE tercera parte : *Paises circunmediterraneos;* cuarta parte : *Asia, Africa y Oceania*. Santiago de Chile, Imprenta universitaria, 1915 et 1916; 2 vol. in-8°.

Societa reale di Napoli. *Atti della reale Accademia di Archeologia, lettere e Belle-Arti*, nuova serie, t. IV. Napoli, Achille Cimmaruta, 1916; 1 vol. in-8°.

Memorie della pontificia Accademia romana dei nuovi Lincei, t. XXII et 2ᵉ série, t. I. Roma, Tipografia pontificia, 1914 et 1915; 2 vol. in-4°.

R. Osservatorio astronomico al Collegio romano. *Memorie ed Osservazioni*, pubblicate per cura di E. MILLOSEVICH; 3ᵉ série, t. VI, parte II ed ultima. Roma, Tipografia dell' Unione editrice, 1916; 1 vol. in-4°.

Catalogo astrografico 1900,0, *sezione vaticana, decl. da* + 55° *a* + 65°, *sopra fotografie eseguite e misurate all' Osservatorio vaticano e calcolate all' Osservatorio di Oxford*. Tomo I : *Coordinate rettilinee e diametri di immagini stellari su lastre il cui centro è in declinazione* + 64°. Roma, Tipografia poliglotta vaticana, 1914; 1 vol. in-4°.

Specola astronomica vaticana, VII. *Neuer Katalog farbiger Sterne zwischen dem Nordpol und* 23 *Grad südlicher Deklination*, von FRIEDRICH KRÜGER. Wien, Hof und Staatsdruckerei, 1914; 1 vol. in-4°.

R. Osservatorio di Catania. *Catalogo astrofotografico* 1900,0, *zona di Catania fra le declinazioni* + 46° *E.* + 55°; t. III, parte I : *Declinazione* + 48° *a* + 50°, *ascensione retta* 0^h *a* 3^h. Catania, Giannotta, 1915; 1 vol. in-4°.

Epicentri dei terremoti disastrosi dell' Appennino e suoi prolungamenti, par A. RICCO. Modena, Societa tipografica modenense, 1915; 1 fasc. in-8°.

Trabalhos da Academia de Sciências de Portugal, 1ʳᵉ série, t. III. Coimbra, 1915; 1 vol. in-8°.

Report on the progress of agriculture in India for 1914-1915. Calcutta, Superintendent Government printing Office, 1916; 1 vol. in-8°.

Summary report of the geological Survey Department of Mines, for the calendar year 1915. Ottawa, Taché, 1916; 1 vol. in-8°.

Statistiek van de Scheepvaart in Nederlandsch-Indië over het jaar 1915, samengesteld bij het Hoofdbureau van Scheepvaart. Weltevreden, Albrecht, 1916; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans les séances d'août 1916.

Sulla fase iniziale della scarica in campo magnetico; Memoria del prof. sen. Augusto Righi. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1916; 1 fasc. in-4°.

Recherches physiologiques sur la Moule comestible de Provence (Mytilus gallo-provincialis *L.*) *et sur la Mytiliculture en Méditerranée,* par Henri Marchand. Lyon, A. Rey, 1916; 1 vol. in-8°.

Étude photographique des taches solaires, par le R. P. S. Chevalier; extrait des *Annales de l'Observatoire de Zô-Sè*, t. IX, 1913. Imprimerie de T'ou-sè-wè, Zi-ka-wei, Chang-hai; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Puiseux.)

Les essais français de culture marine en Méditerranée. Leur avenir après la guerre, par Raphaël Dubois. Extrait du Volume des Conférences de l'*Association française pour l'avancement des sciences.* Paris, Hôtel des Sociétés savantes, 1916; 1 fasc. in-8°.

Quelques lettres de M. Emery au physicien Georges-Louis Le Sage, conservées à la Bibliothèque de Genève, par Ernest Jovy. Paris, Société française d'Imprimerie et de Librairie, 1916; 1 vol. in-8°.

Des coups de bélier. Expériences de Verenon (*coups de bélier et réservoirs d'air*), par le comte de Sparre. Lyon, 2e Congrès de la Houille blanche, 1914; 1 fasc.

Gouvernement de l'Indo-Chine. Observatoire central. Service météorologique. *Bulletin pluviométrique,* publié par G. Le Cadet; Tableaux mensuels, annuels et Carte, année 1915; Phu-Lien, Observatoire central, 1916; 1 fasc. in-folio.

Bulletin de l'Académie malgache, vol. XII (première partie), année 1913. Tananarive, Imprimerie officielle, 1915; 1 vol. in-8°.

Alcune considerazioni sulla flora marina, par G.-B. de Toni. Extrait de la *Nuova notarisia*, serie XXVII, avril-juillet 1916. Padova, tipografia del seminario, 1916; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)